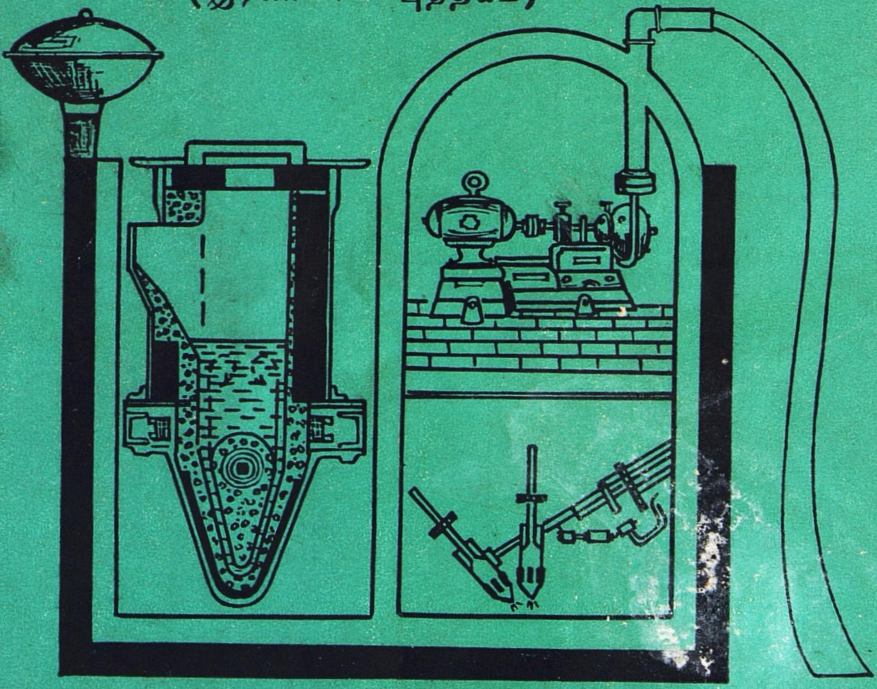
மின்னாற்றலின் பயன்

(UTILISATION OF ELECTRIC ENERGY)

(இரண்டாம் புத்தகம்)



எல். கே. இராமலிங்கம்

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல்

த. பா. நி. (க. வெ.) வரிசை எண்—654

மின்னாற்றலின் பயன்

(இரண்டாம் புத்தகம்)

(திருத்தப்பட்ட பாடத்திட்டத்தின்படி வெளியிடப்படுகிறது)

ஆசிரியர்

எல். கே. இராமலிங்கம், பி.இ., எம்.ஐ.இ.,

செயற் பொறியாளர் (மின்னியல் மற்றும் இயந்திரவியல்),

கண்காணிப்புப் பொறியாளர்,

தொழில்நுட்ப மின்னியல் அலுவலகம்,

சென்னை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—October, 1975

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 654

© Government of Tamilnadu

UTILISATION OF ELECTRIC ENERGY (Book II)

L. K. RAMALINGAM

Price Rs. 13-75

Published by the Tamilnadu Text-book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
ELANGOVAN PRINTERS.
23, Muthu Mudali Street,
Royapettah, Madras-600014.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்

(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினைந்தாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பட்டப் படிப்பு வகுப்புவரை மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வருகின்றனர். 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளில் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்களுக்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகமும், சென்னைப் பல்கலைக் கழகமும் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், மெய்ப்பொருளியல், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல், சட்டம் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் மூல நூல்கள் மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'மின்னாற்றலின் பயன்' (இரண்டாம் புத்தகம்) என்ற இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 654ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 689 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூகநல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக் கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின் கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

தமிழில் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும் என்பதே நம் குறிக்கோளாகும். கல்லூரிகளிலும் பல்கலைக் கழகங்களிலும், கலையியற் பாடங்களையும், அறிவியற் பாடங்களையும், தொழில்நுட்ப அறிவுப் பாடங்களையும் பயிலுகின்ற மாணவர்கள், அவற்றைத் தமிழில் பயில வேண்டும் என்பதை வலியுறுத்தி வருவதற்குக் காரணம், தமிழறிவு வளர வேண்டும் என்பதைவிட, தமிழ் மக்களின் அறிவு ஆற்றல் எளிதாக, விரைவாக வளரவேண்டும் என்பதுதான். 'எதிலும் தமிழ் எங்கும் தமிழ்' என்ற குறிக்கோளை நிறைவேற்ற வேண்டிய கடப்பாடு, தமிழகத்து ஆசிரியப் பெருமக்களையும் மாணவர்களையும் சார்ந்ததாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

பக்கம்

4. ஒளி விளக்கம் (Illumination) ... 1

4.1. தோற்றுவாய்; 4.1.1. கண்ணின் அமைப்பும் அது வேலை செய்யும் விதமும்; 4.2. ஒளியியல்பு; 4.2.1. நியூட்டனின் துகள் கொள்கை; 4.2.2. ஹைகென்ஸ் அலைக் கொள்கை; 4.2.3. மின்காந்தக் கொள்கை; 4.2.4. கண்ணின் ஒளி உணர்வு நுட்பம்; 4.2.5. குவாண்டம் கொள்கை; 4.3. வரைவிலக்கணங்கள்; 4.3.1. தளக் கோணம்; 4.3.2. திண்மக் கோணம்; 4.3.2.1. ஓர் அலகு திண்மக் கோணம்; 4.3.2.2. தளக் கோணத்திற்கும் திண்மக் கோணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு; 4.3.3. ஒளியாற்றல்; 4 3.4. ஒளிப்பாய்வு; 4.3.5. ஒளிச் செறிவு; 4.3.6. கோளச் சராசரி வத்தித் திறன்; 4.3.7. அரை கோளச் சராசரி வத்தித் திறன்; 4 3 8. கிடைத்தளச் சராசரி வத்தித் திறன்; 4.3.9. சுருக்கக் காரணி; 4.3.10. ஒளி விளக்கம்; 4.3.11. ஒளிப் பொலிவு; 4.3.12. விளக்கின் பயனுறுதிறன்; 4.3.13. தன் செலவு; 4.3.14. ஒளி விளக்கப் பயனுறுதிறன்; 4.4. ஒளி விளக்க விதிகள்; 4.4.1. ஒளி விளக்க முதல் விதி; 4.4.2. எதிர் இருமடி விதி; 4.4.2.1. ஊகங்கள்; 4.4.2.2. எதிர் இருமடி விதியின் விளக்கம்; 4 4.3. கொசைன் விதி; 4.5. போலார் வளைகோடு; 4.5.1. கிடைத்தள போலார் வளைகோடு; 4.5.2. நிலைக்குத்துத் தள போலார் வளைகோடு; 4.5.3. சராசரி

பக்கம்

வத்தித்திறனைக் கண்டுபிடிக்கும் விதம்; 4.5.4. ரவுஸ்ஸி அமைப்பு; 4.5.5. கோளச் சராசரி வத்தித்திறனைக் கண்டுபிடித்தல்; 4.6. நல்ல ஒளியூட்டம்; 4.6.1. நல்ல ஒளியூட்டத்தின் முக்கிய நோக்கங்கள்; 4.6.2. போதிய ஒளி விளக்க மட்டம்; 4.6.3. மிகுந்த பொலிவு மாறுபாடுகள்; 4.6.4. கண் கூசுதல்; 4,6.4.1. நேரடிக் கண் கூசுதல்; 4.6.4.2. எதிரொளிப்புக் கண் கூசுதல்; 4 6.5. நிழல்கள்; 4 6.6. ஒளி வண்ண பேத வடிவம்; 4.6.7. விளக்குப் பொருத்திகள்; 4.6.7.1. எதிரொளிப்பான் வகைகள்; 4.6.8. ஒளியூட்ட அமைப்புகள்; 4.6.8.1. நேரடி ஒளியூட்ட அமைப்பு; 4.6.8.2. பகுதி நேரடி ஒளியூட்ட அமைப்பு; 4.6.8 3. பொது நிலை ஒளி விரவல் (அ) நேரடி மறைமுக ஒளியூட்டம்; 4.6.8.4. பகுதி மறைமுக ஒளி அமைப்பு; 4.6.8.5. மறைமுக ஒளி அமைப்பு; 4.6.9. ஒளியமைப்பினைக் கணக்கிடும் முறை; 4.6.9.1. பயனுள்ள குணகம்; 4.6 9.2. மதிப்பிறக்கக் காரணி; 4.6 9.3. பொருத்தப்படும் விளக்குகளின் உயரம்; 4.6.9.4. இடைத் தொலைவு உயர விகிதம்; 4.6.10. பல்வேறு துறைகளுக்குத் தேவைப்படும் ஒளியூட்டம்; 4.6.10.1. தொழிற்சாலை ஒளியூட்டம்; 4.6 10.2. புனல் ஒளியூட்டம்; 4 6.10.3. தெரு ஒளியூட்டம்; 4.7. ஒளிமானி; 4.7.1. நிலையிருப்பான ஒளிமானி; 4.7.1.1. புன்சன் கிரீஸ் பொட்டு ஒளிமானி; 4.7.1.2. லம்மர்-புரோதன் ஒளிமானி; 4.7.1.3. கில்டின் இமைத்தல் முறை ஒளிமானி; 4.7.2. ஒளி விளக்க ஒளிமானி, 4.7.2.1. டிராட்டர் ஒளி விளக்க ஒளிமானி; 4.7.2.2. மேக்பத் ஒளி விளக்கமானி; 4.7.2.3. தடை வேலி அடுக்குக்கல ஒளிமானி; 4.8. ஒளி உண்டாகும் முறை; 4.8.1. கிளர்தலும் அயனித்தலும்; 4.8.1.1. மீட்சிம மோதல்; 4.8.1.2. கிளர்தல்; 4.8.1.3. அயனியாக்கம்; 4.8.2. போரின் ஹைட்ரஜன் அணு அமைப்பும் ஆற்றல் மட்டங்களும்

பக்கம்

4.8.2.1. வெளி விடப்படும் கதிர்வீச்சின் அலை நீளம்; 4.8.3. ஹைட்ரஜனின் ஆற்றல் மட்டங்கள்; 4.8.4. சோடிய ஆவி மின்னிறக்கம்; 4.8.5. நியான் வாயு மின்னிறக்கம்; 4.8.6. பாதரச ஆவி மின்னிறக்கம்; 4.8.7. ஒளிர்தல்; 4.8.8. நின்றொளிர்தல்; 4.8.9. வரி நிறமாலையும் தொடர் நிறமாலையும்; 4.8.9.1. கரும் பொருளின் ஆற்றல் பரப்பீடு; 4.9. செயற்கை ஒளித் தோற்றுவாய்கள்; 4.9.1. எரி ஒளிர்வு விளக்குகள்; 4.9.1.1. வெற்றிட வகை விளக்கு; 4.9.1.2. வாயு நிரப்பப்பட்ட மின்னிழை விளக்கின் அமைப்பு; 4.9.1.3. மின்னிழையின் உருவளவுகள்; 4.9.2. மின் வில் சுடர் விளக்கு; 4.9.3. மின்னிறக்க விளக்குகள்; 4.9.3.1. சோடிய ஆவி விளக்கு; 4.9.3.2. பாதரச ஆவி விளக்கு; 4.9.3.3.1. உயர் அழுத்த பாதரச ஆவி விளக்கு; 4.9.3.3.2. நடுத்தர வகை உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கு; 4.9.3.3.3. மிகை உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவிவிளக்கு; 4.9.3.4.1. பாதரசத் தன்னொளிர்வு விளக்கு; 4.9.3.4.2 கலவை ஒளி விளக்கு அல்லது கூட்டு விளக்கு; 4.9.3.5. தன்னொளிர்வு விளக்குகள்; 4.9.3.6. சார்பு சுழல் விளைவு; 4.9.4. சூடான எதிர்முனை விளக்கு; 4.9.5. குளிர் எதிர்முனை விளக்கு; 4.9.6. நியான் விளக்கு வேலை செய்யும் முறை; 4.9.7. வினாக்கள்; 4.9.8. பயிற்சிகள்.

5. மின் உலை ... 271

5.1. மின் முறைச் சூடாக்கம்; 5.2. வெப்பம் பரவும் முறைகள்; 5.2.1. வெப்பங் கடத்தல்; 5.2.2. வெப்பச் சலனம்; 5.2.3. வெப்பக் கதிர் வீசல்; 5.3. சூடாக்கும் முறைகள்; 5.4. மின்தடைச் சூடாக்கம்—(அ) நேரடித் தடைச் சூடாக்கம் (ஆ) மறைமுகச் சூடாக்கம்; 5.4.1. சூடாக்கும் மின் தடைத் தனிமங்களின் குணங்கள்; 5.4.2. சூடாக்கும் பொருளின் வடிவமைப்பு; 5.4.3. சூடாக்கும் பொருளின் வெவ்வேறு வகைகள்; 5.4.4. மின்

பக்கம்

தடை அடுப்புகள்; 5.4.5. சிறப்பு மின் தடை அடுப்புகள்; 5.4.6. மின் தடை அடுப்புகளின் இழப்புகள்; 5.4.7. மின் தடை அடுப்புகளின் பயனுறுதிறனின் அளவு; 5.4.8 மின் தடை உலைகளில் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு; 5.5. மின் வில் உலைகள்; 5.5.1. நேரடி மின் வில் உலை; 5.5.2. மறைமுக மின்வில் உலை; 5.5.3. மின்வாய்கள்; 5.5.4. மின்வில் உலைகளுக்குத் தேவையான மின்திறன் தருவி; 5.5.5. மின்வாய்க் கட்டுப்பாடு; 5.6. வீசுகதிர் சூடாக்கம் அல்லது அகச்சிவப்புச் சூடாக்கம்; 5.7. உப்புத் தொட்டிச் சூடாக்கம்; 5.8. உயர் அலைவெண் சூடாக்கம்; 5.8.1. தூண்டல் சூடாக்கம்; 5.8.1.1. தூண்டல் சூடாக்கத்தின் மேன்மைகள்; 5.8.1.2. தூண்டல் மின்உலைகள்; 5.8.1.2.1. நேர் உள்ளக வகை மின் உலை; 5.8.1.2.2. அஜக்ஸ் வியட் மின் உலை அல்லது செங்குத்து உள்ளக வகை தூண்டல் மின் உலை; 5.8.1.2.3. உள்ளகமற்ற தூண்டல் மின் உலை; 5.8.1.2.4. மறைமுக உள்ளக வகை தூண்டல் மின் உலை; 5 8.1.2.5. புற விளைவு: 5.8.1.2.6. தூண்டல் சூடாக்கத்தின் பயன்கள்; 5.8.2. இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம்; 5,8.2.1. மின்னேற்பி இழப்பு; 5.8.2.2. மின்னழுத்தம், அலைவெண் ஆகியவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தல்; 5.8 2.3. இரு மின்னேற்பியின்போது கவனிக்க வேண்டிய முக்கியமான குறிப்புகள்; 5.8.2.4. தூண்டல் சூடாக்கத்திற்கும் இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்திற்குமுள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்; 5.8.2.5. இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்தின் மேன்மைகள்; 5.9. கட்டடச் சூடாக்கம்; 5.10. காற்றுப் பதனுக்கம்; 5.11. வினாக்கள்; 5.12. பயிற்சிகள்.

6. மின்முறைப் பற்றவைப்பு ... 377

6.1. பற்றவைப்பு (தோற்றுவாய்); 6.2. பற்றவைப்பின் வகைகள்; 6.2.1. மின் தடைப் பற்றவைப்பு: 6.2.2. பற்றவைப்பு நேரத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல்; 6.2.3. மின்வாய்கள்; 6.2.4.

பக்கம்

மின் தடைப் பற்றவைப்பின் வகைகள்; 6.2.4.1. புள்ளிப் பற்றவைப்பு; 6.2.4.2. பிதுக்குப் பற்றவைப்பு; 6.2.4.3. மடிப்புப் பற்ற வைப்பு; 6.2.4 4. ஒரு மட்டப் பற்றவைப்பு; 6.2.4.5. மோதலதிர்ச்சிப் பற்றவைப்பு; 6.2.5. மின் வில் பற்றவைப்பு; 6.2.6. மின் வில்லின் பண்புகள்; 6.2.7. மின் வில்லின் வகைகள்; 6.2.7.1. கரி வில் பற்றவைப்பு; 6.2.7.2. உலோக வில் பற்றவைப்பு; 6.2.7.3. காப்பு வில் பற்றவைப்பு முறை; 6.2.7.4. ஆர்கான் வில் பற்றவைப்பு; 6.2.7.5. மூழ்கிய வில் பற்றவைப்பு; 6.2.7.6. பற்றவைப்பு ஒழுக்கிகள்; 6.2.7.7. ஹைட்ரஜன் அணு வில் பற்றவைப்பு அல்லது வில் அணு பற்றவைப்பு; 6.2.8. பற்ற வைப்பு மின்னூற்றுகள்; 6.2 8.1. நேர் மின்னோட்ட வில் பற்றவைப்புத் தொகுப்புக் கருவி; 6.2.8.2. மாறுதிசை மின்னோட்டப் பற்றவைப்பு அமைப்புக் கட்டுப்பாடு; 6.2.8.3. நிவர்த்திப்பான் வகைப் பற்றவைப்பு; 6.3. மின் தடைப் பற்றவைப்புக்கான எலக்ட்ரானிக் கட்டுப்பாடுகள்; 6.3.1. தைரட்ரான்; 6.3.1.1. வலைக் கட்டுப்பாட்டின் செய்வினை; 6.3.1.2. தைரட்ரான் கட்டுப்பாடு; 6.3.1.3. தைரட்ரானின் உந்தி நகர்வுக் கட்டுப்பாடு; 6.3.2. இக்னிட்ரான்; 6.3.2.1. இக்னிட்ரான் தொடுவி; 6.3.3. பற்ற வைப்பின் வெப்பக் கட்டுப்பாடு அமைப்பு; 6.3.4. மாறுதிசை மின்னோட்டக் காலமானி; 6.3.4.1. மாறுதிசை மின்னோட்டக் காலமானி சுற்றதர்; 6.3.4.2. பற்றவைப்புக் காலமானிகளில் நிகழ்பவற்றை வரிசைப்படுத்துதல்; 6.4. மின்னாற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்பு; 6.4.1. மின்காந்தத் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பு; 6.4.2. மின்நிலைமத் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பு; 6.5. வினாக்கள்; 6 6. பயிற்சி.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல் ... 451

கலைச்சொற்கள் ... 453

4. ஒளி விளக்கம்

(Illumination)

4-1. தோற்றுவாய்

இயற்கை நமக்கு அளிக்கும் மிகப் பெரிய ஒளிஆற்றல் கதிரவனிடமிருந்து கிடைப்பதாகும். கதிரவன் தன் பரப்பில் சுமார் ஒரு சதுர மீட்டருக்கு 670·000 குதிரைத் திறன் வெப்பத்தையும் ஒளியையும் தருகிறது. தன் முழுப் பரப்பிலிருந்து $5 \cdot 1 \times 10^{23}$ குதிரைத்திறன் அல்லது $3 \cdot 8 \times 10^{26}$ வாட்கள் வெப்பத்தையும் ஒளியையும் தருகிறது. இவ் வாற்றலில் சுமார் $\frac{1}{2 \times 10^{9}}$ பகுதியே பூமியை வந்தடைகின்றது. பூமியை வந்தடைந்த ஆற்றலில் 40 சதவீதம்தான் ஒளி ஆற்றலாக நமக்குக் கிடைக்கிறது. கதிரவனிடமிருந்து கிடைக்கும் இந்த ஆற்றல், கதிரவனுக்கும் பூமிக்கும் இடையேயுள்ள ஊடகத்தைச் சூடேற்றாமலும், ஒளி விளக்கமின்றியும் தாமிர மின்கடத்தி போன்ற எந்த விதமான மின் கடத்தும் கம்பியைப் பயன்படுத்தாமலும் பூமியை வந்தடைகின்றது. இந்த ஒளி ஒரு பொருளின்மீது படும்பொழுது ஆற்றலாக வெளிவிடப்படுகின்றது. இங்ஙனம் கதிர்வீசல் முறையில் கிடைக்கும் ஆற்றலைக் கதிர்வீச்சு ஆற்றல் (radiant energy) என்பர். அறைச் சூடுமானி (room heater) இதற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும்.

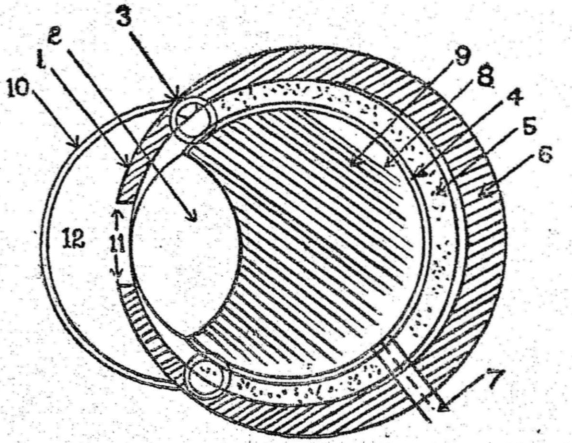
கதிரவனிடமிருந்து இத்தகைய ஒளியாற்றலைப் பகல் நேரத்தில் மட்டுந்தான் நாம் பெற முடிகிறது. கதிரவன் மறைந்த பிறகு அதாவது இரவு நேரத்தில் செயற்கை முறையில் ஒளியூட்டுவது, வளர்ந்து வரும் சமுதாயத்திற்கு இன்றியமையாததாகிவிட்டது. செயற்கை முறை ஒளியூட்டம் பெரும்பாலும் மின் முறையினால் ஆனது. ஏனெனில், இவற்றின்மூலம் பெறும் ஒளி விளக்கம்

தூய்மையாகவும், இயக்குவதற்கு எளிதாகவும் கிடைப்பதுடன் இம் முறையில் ஒளியூட்டும் செலவும் குறைகிறது.

அழகுணர்ச்சி சார்ந்த அணி அலங்காரம் புரிவதற்கும் கலைநய முடையதாக்குவதற்கும் (aesthetic) தொழிற்சாலையில் உற்பத்தியைப் பெருக்குவதற்கும், விபத்து ஏற்படாதவாறு பாது காப்பதற்கும், அதிகமான விவரங்கள், நுட்பமான வேறுபாடுகள் ஆகியவற்றைக் கடு முயற்சியில்லாமலும், கண்ணைத் துன்புறுத்தா மலும் பார்ப்பதற்கு, நல்ல ஒளியூட்டம் (good lighting) தேவை.

4-1-1. கண்ணின் அமைப்பும் அது வேலை செய்யும் விதமும்

ஒளியியலைப் பற்றி நன்கு அறிந்துகொள்வதற்கு முன், கண்ணின் அமைப்பைப் பற்றியும், அது வேலை செய்யும் விதத் தினைப் பற்றியும் அறிந்துகொள்வது அவசியம். கண்ணின் அமைப்பு படம் 4–1-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கண்ணில் அடங்கியுள்ள முக்கிய உறுப்புகள் (1) கருவிழி (iris), (2) படிக வியல் வில்லை (lens), (3) விழித்திரை (retina).



படம் 4-1.
கண்ணின் அமைப்பு

1. கருவிழி (Iris)
2. படிகவியல் வில்லை (Lens)
3. சிலியரித் தசைகள் (Ciliary muscles)
4. ஒளிஉணர்வு நுட்பப் பொருட்கூறுகள் (Light sensitive recept
5. விழியடிக் கரும் படலம் (Choroid)
6. விழிவெளிப் படலம் (Sclera)
7. ஒளியியல் நரம்பு (Optic nerve)
8. விழித்திரை (Retina)
9. பளிங்கியலான திண் நீர்மம் (Vitreous humour)
10. கார்னியா (Cornea)
11. துளைப்பாவை (Pupil)
12. முன்கண் திண் நீர்மம் (Aqueous humour)

கண் வேலை செய்யும் விதம் காமிராவினை (camera) ஒத்திருந்த போதிலும், காமிராவினைக் காட்டிலும் அதிகத் துல்லியமாக இயங்க வல்லது. அது வேலை செய்யும் விதமும் மிகவும் சிக்கலான (more complicated) ஒன்றாகும்.

கண்ணின் கருவிழி (iris) சவ்வினால் ஆன ஓர் இடைத்திரை (diaphragm) போன்றது. இது கண்ணினுள் செல்லக்கூடிய ஒளியின் அளவினைப் படிகவியல் வில்லைக்கு (lens) முன்பாக இருக்கும் துளைப்பாவையின் (pupil) உருஅளவினைக் கட்டுப்படுத்தி ஒழுங்கு படுத்துகிறது. மங்கலான ஒளியின்போது துளைப்பாவையின் இடைவெளியினை அகலமாக்கியும், பிரகாசமான ஒளியின்போது குறுக்கியும் சரிசெய்கிறது. இங்ஙனம் ஒளிப் பொலிவின் வெவ்வேறு அளவுகளுக்குத் தக்கபடி வேறுபடுத்திக் கொள்ளும் கண்ணின் இச் செய்கையினை 'மாற்றியமைத்தல்' (adaptation) என்பர்.

கண்ணின் படிகவியல் வில்லையின் (lens) அமைப்பு, சிலியரித் தசைகளினால் (ciliary muscles) கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றது. அருகில் உள்ள பொருள்களைப் பார்க்கும்பொழுது, படிகவியல் வில்லையின் அமைப்பு அதிக வளைவாகவும், வெகு தூரத்திலுள்ள பொருள்களைப் பார்க்கும்பொழுது, இதன் அமைப்புத் தட்டையாகவும் இருக்கும். இங்ஙனம் வெவ்வேறு தூரத்திலுள்ள பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கேற்றவாறு தன் உருவ அமைப்பினை மாற்றிக்கொள்ளும் கண்ணின் இச் செய்கையை 'இசைவுபடுத்துதல்' (accommodation) என்பர்.

விழித்திரை (retina) மெல்லிய சவ்வினாலானது; கண்ணின் உட்பரப்பிலுள்ளது. இஃது ஒளியை உணரும் பகுதியாகும். இந்த விழித்திரையின் மையப் பகுதி மிகுந்த பார்வை உணர்வு-நுட்பம் வாய்ந்தது. விழித்திரையில் ஒரு பொருளின் தலைகீழான மெய்ப் பிம்பம் (real image) தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

கிட்டத்தட்ட கோள வடிவமுடைய விழி வெளிப்படலம் (sclera) ஒளி புகாத் திசுக்களாலானது. இப் பகுதியின் முன் கார்னியா (cornea) என்ற ஒளிதரக்கூடிய திசுக்கள் அமைந்துள்ளன. விழி வெளிப்படலத்தின் உட்புறம் கறுப்புநிறச் சவ்வினால் மூடப்பட்டுள்ளது. இதற்கு விழியடிக் கரும்படலம் (choroid) எனப் பெயர். இது கண்ணினுள் சென்ற ஒளி சிதறொளித் திருப்பமடையாமல் தடுக்கிறது. கார்னியாவுக்கு உட்புறத்திலும், துளைப் பாவைக்கு (pupil) முன்பாக உள்ள இடமும் முன்கண் திண்நீர்மத்தினால் (aqueous humour) நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இது ஒருவகை

ஒளிவிலகல் ஊடகமாக (refractive media) விளங்குகிறது. விழி வெளிப்படலம், படிகவியல் வில்லை ஆகியவற்றின் மையங்களின் வழியாகச் செல்லும் நேர்கோட்டினை ஒளியியல் அச்சு (optic axis) என்பர்.

கண்ணின் உட்பரப்பில் பல ஒளியியல் நரம்புகளும் (optic nerves) இரத்தக்குழாய்களும் காணப்படுகின்றன. ஒளியியல் நரம்புகள் விழித்திரையினை மூளையுடன் இணைக்கின்றன. விழித் திரையில் ஏராளமான ஒளி உணர்வு நுட்பப்பொருள் கூறுகள் (light sensitive receptors) உள்ளன. இவைகள் கொம்புகள் (rods), கூம்புகள் (cones) என இரு வகைப்படும். கொம்புகள் ஒளிப்பொலிவின் வெவ்வேறு அளவுத் தரத்தினை உணரும் நுட்பம் வாய்ந்தவை. எனினும், ஒளி நிறத்தினைப் பகுத்தறியும் தன்மை யற்றவை. மாறாகக் கூம்புகள் ஒளிப்பொலிவின் தரத்தினையும், ஒளியின் நிறத்தினையும் உணரும் தன்மை வாய்ந்தவை.

ஒளி அலை எழுப்பும் புறத்தூண்டுதல்கள் இந்த உணர்வு நுட்பப் பொருட் கூறுகளிலிருந்து ஒளியியல் நரம்புகளின் மூலம் மூளைக்கு அனுப்பப்பட்டு, அங்கே சரி நிகரான நேர் மெய்ப்பிம்பம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

வெகு அருகிலுள்ள நுண்மை வாய்ந்த சிறு பொருள் களைத் தெளிவாகப் பார்த்தறியும் திறனைப் 'பார்வைக் கூர்மை' (visual acuity) என்பர். நல்ல பார்வைக் கூர்மைக்குக் காரண மாயிருப்பவை, ஒளி நுட்பப் பொருட்கூறுகளிலுள்ள கொம்புகளே (rods) ஆகும். நவீன சமூகத்தில் நல்ல பார்வைக் கூர்மை, பற்பல நடவடிக்கைகளுக்கு அத்தியாவசியமாக இருந்து வருகிறது.

4-2. ஒளியியல்பு (Nature of light)

ஒளி நம் கண்ணில் படும்பொழுது பார்வை உணர்வு ஏற்படு கிறது என்று பார்த்தோம். ஆனால், கட்புலனாகும் எல்லாக் கதிர் வீச்சுகளையும் நம் கண்ணால் பார்க்க முடியவில்லை. கட்புலனாகும் கதிர்வீச்சு கண்ணில் ஒளிப்பதிவினை உண்டாக்குகிறது. அதாவது வலி, வாசனை நுகர்தல் போன்ற ஒருவித உணர்வினை ஒளியும் தோற்றுவிக்கிறது. ஆகவே, கதிர்வீச்சு ஒளிக்குக் காரணமாகவும், ஒளிப்பதிவு (light impression) அதன் விளைவாகவும் இருக்கிறது. இத்தகைய ஒளி ஆற்றல் பரவல் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதனை விளக்க வெவ்வேறு கொள்கைகள் தோன்றின அவை பின்வருமாறு :

4-2-1. நியூட்டனின் துகள் கொள்கை (Newton's Corpuscular Theory)

தன்னொளி படைத்த பொருள்கள் எப்பொழுதும் ஒருவகைத் துகள்களை எல்லாத் திசைகளிலும் வெளிவிட்டுக் கொண்டிருக்கும் என்றும், இத் துகள்கள் கண்ணுட் புகுந்து பார்வை உணர்வை ஏற்படுத்துகின்றன என்றும் முதலில் நம்பப்பட்டது. நியூட்டன் வளையங்கள் (Newton's rings), விளிம்பு விளைவு (diffraction) போன்ற வியத்தகு ஒளி விளைவுகளை இத் துகள் கொள்கையால் விளக்க முடியவில்லை.

4-2-2. ஹைகென்ஸ் அலைக் கொள்கை (Huygens' Wave Theory)

ஹைகென்ஸ் என்ற டச்சு விஞ்ஞானி ஒளியியலின் அலைக் கொள்கையை (Wave theory of light) வெளியிட்டார். இதன்படி ஒலி அலைகளாகப் பரவுவதைப் போல், ஒளியாற்றலும் ஒருவகை அலைகளாகப் பரவ வேண்டும். ஒளி அலைகளாகப் பரவுவதாகக் கொண்டால், வெற்றிடத்தில் இந்த அலைகள் பரவ முடியா. ஆகவே, ஒளி ஈதர் என்ற ஒருவகைக் கற்பனை ஊடகத்தின் வழியாகப் பரவுவதாகக் கொண்டனர். எதிரொளிப்பு, ஒளி விலகல் போன்ற ஒளியியல்புகளை இந்தக் கொள்கையைக் கொண்டு விளக்கினாலும், ஒளியின் நேர்கோட்டுப் போக்கை இந்தக் கொள்கையின் மூலம் விளக்கமுடியவில்லை.

4-2-3. மின்காந்தக் கொள்கை (Electro Magnetic Theory)]

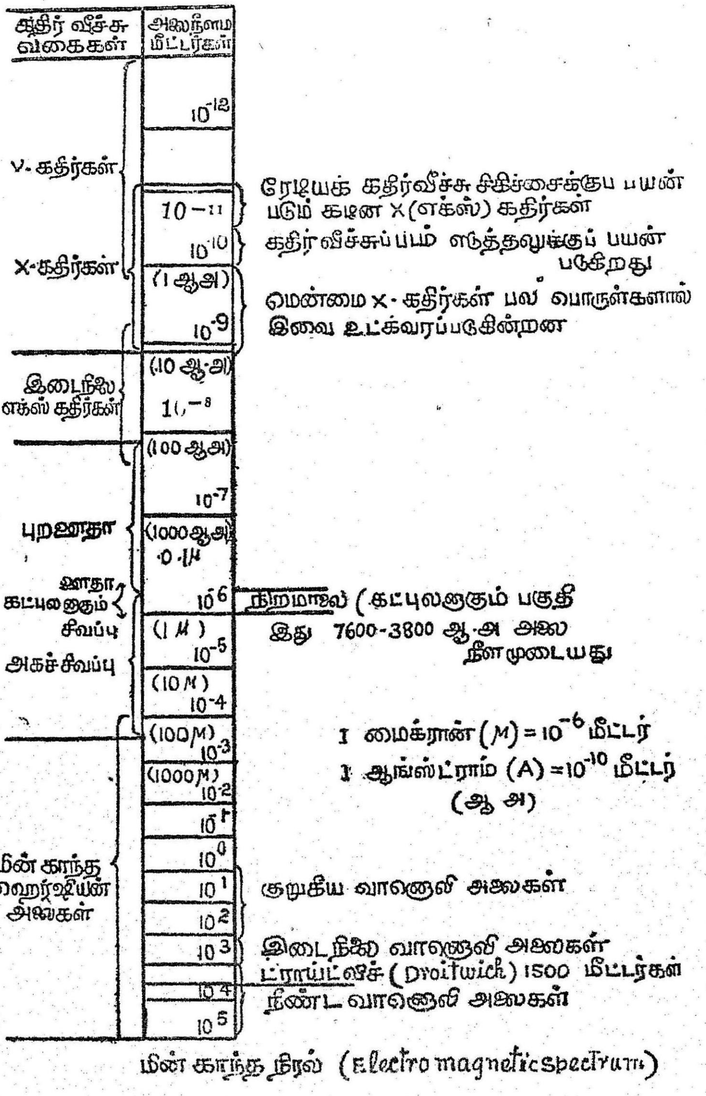
ஒளி அலைகள், மின் காந்தப் புலன்களில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் உண்டாகின்றன. அவற்றின் அலைவு, அவை செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக உள்ளது. மேலும், மின்காந்த இயல்புகளின் அளவுகளைக் கொண்டு, அத்தகைய அலைகளின் திசைவேகம் (velocity) 3×10^8 மீட்டர்களாக இருக்க வேண்டும் என்று ஸ்காட்டிஷ் விஞ்ஞானி கிளார்க் மேக்ஸ்வெல் (Clark Maxwell) என்பவர் கணித வாயிலாகக் காண்பித்தார். சொல்லப்போனால் ஒளி, வெப்பம், வானொலி அலைகள் அனைத்தும் மின்காந்த அலைகளே. அவற்றின் திசைவேகம் ஒன்றாகவே இருக்கும். ஆனால், அவற்றின் அலை நீளங்கள் மட்டுமே வித்தியாசமானவை. மேலும், மின்காந்த அலைகளைத் தோற்றுவிப்பதில் வெற்றி கண்ட ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்ற விஞ்ஞானி இந்த மின் அலைகள், ஒளியின் எல்லாப் பண்புகளையும் கொண்டிருப்பதாகக் கண்டறிந்தார்.

ஓர் ஒளித் தோற்றுவாய் 'f' என்ற அலைவெண் கொண்ட அலைகளை விட்டுக்கொண்டே, v என்ற நிலையான வேகத்துடன் செல்வதாகக் கொண்டால், அந்த அலைகளின் அலைநீளம் $\lambda = \frac{v}{f} = 3 \times 10^8$ சுற்றுகள்/வினாடி மீட்டர்கள் ஆகும். அலைநீளம் என்பது அடுத்தடுத்துள்ள அலைமுகங்களுக்கு (wave front) இடையேயுள்ள தூரம். ஆங்ஸ்ட்ராம் (Angstrom) என்ற விஞ்ஞானி உயர் அலைவெண் கொண்ட மின்காந்த அலைகளின் அலைநீளங்களை அளப்பதற்கு, ஒரு மில்லி மீட்டர் நீளத்தின் ஒரு கோடியின் ஒரு பாகத்தை $\left(\frac{1}{10^7}\right.$ மி.மீ.$\left.\right)$ ஓர் அலகாகப் பயன்படுத்தினார். இதுவே ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு (Angstrom unit) எனப்படும்.

1 ஆங்ஸ்ட்ராம் அலகு (ஆ.அ - AU) = 10^{-10} மீட்டர்.

இந்த அலைநீளங்களை மைக்ரான் அலகினாலும் அளக்கலாம். அதாவது 1 மைக்ரான் (μ) அலகு = 10^{-6} மீட்டர்.

மின்காந்த நிரல் (electro magnetic spectrum) படம் 4-2-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்காந்த நிரலில், நம் கண்ணுக்குப் புலனாகும் பகுதியைத்தான் நாம் ஒளி என்கிறோம். இந்தப் பகுதி 7600 முதல் 3800 ஆ.அ-வரை அலைநீளமுடையது. இவ்வொளி ஒரு பொருளின்மீது படும்பொழுது ஒளி முழுவதும் மீளலாம். அப்பொழுது அப் பொருள் வெண்மையாகத் தோன்றுகிறது. ஒளி முழுவதும் அப் பொருளால் உட்கவரப்பட்டால், அப் பொருள் கறுப்பாகத் தோன்றும். படும் பொருளின் ஒரு பகுதிமட்டும் உட்கவரப்பட்டு, எஞ்சிய பகுதி மீளுமாயின், மீளுகின்ற ஒளி நிறத்தையே அப் பொருள் கொண்டிருக்கும். அதாவது ஒரு பொருள் நீல நிறமாகத் தோன்றினால், அப் பொருள், நிறமாலையின் (spectrum) மஞ்சள் பகுதியை மட்டும் உட்கவருகிறது. அட்டவணை 4.1-ல், அலைநீளம், உட்கவரப்படும் நிறம், கண்ணுக்குத் தோன்றும் நிறம் ஆகியவை கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 4-2.

மின்காந்த நிரல்

அட்டவணை 4-1.

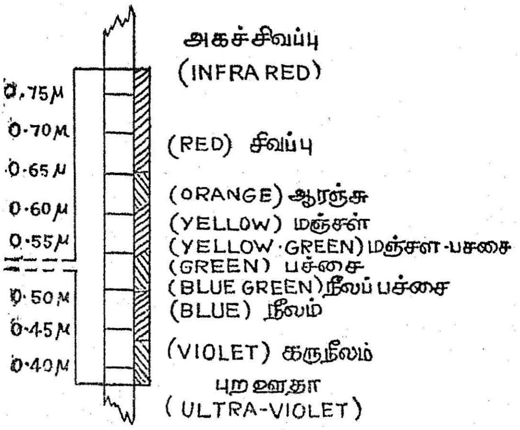
அலை நீளம் (ஆ.அ).	உட்கவரப்படும் நிறம்	கண்ணுக்குத் தோன்றும் நிறம்
3800—4350	ஊதா	மஞ்சள்-பச்சை
4350—4800	நீலம்	மஞ்சள்
4800—4900	பச்சை-நீலம்	ஆரஞ்சு
4900—5000	நீலம்-பச்சை	சிவப்பு
5000—5600	பச்சை	செம்பழுப்பு
5600—5800	மஞ்சள்-பச்சை	ஊதா
5800 5950	மஞ்சள்	நீலம்
5950—6050	ஆரஞ்சு	பச்சை-நீலம்
6050—7600	சிவப்பு	நீலம்-பச்சை

இவ்வலை நீள எல்லைகளெல்லாம் தோராயமானவை. ஒரு நிறம் இந்த அலைநீளத்தில் ஆரம்பித்து இந்த அலைநீளத்தில்தான் முடியவேண்டும் என்று நிச்சயமாகச் சொல்வதற்கில்லை. நாம் காணும் நிறமானது மின்காந்த நிரல் படம் 4-2-ல் உற்று நோக்கினுல் கட்புலனுகும் பகுதி ஒரு சிறிய பகுதியே ஆகும். கண்ணுக்குப் புலனுகும் இச் சிறு பகுதிப் பரப்பு விளக்கமாகப் படம் 4-3-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. 3800 ஆ.அ. ஏறத்தாழ 136 ஆ.அ. ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள நிறமாலையின் பகுதி புற ஊதா (ultra-violet) என வழங்கப்படுகின்றது. 7600 ஆ.அ. ஏறத்தாழ 400,000 ஆ.அ. ஆகியவற்றிற்கு இடையேயுள்ள பகுதி அகச்சிவப்பு என வழங்கப்படுகின்றது.

4-2-4. கண்ணின் ஒளி உணர்வு-நுட்பம் (Sensitivity of the eye)

சம அளவுள்ள வெவ்வேறு அலைநீளங்களின் கதிர்வீச்சு ஆற்றல் சரி நிகர்வு வலிமை கொண்ட ஒளிப்பதிவினைக் (strong light impression) கொடுப்பதில்லை. நம் கண் வெவ்வேறு அலை நீளங்களின் செறிவினைப் பல்வேறு விதமாகக் கணிப்பதே இதற்குக்

காரணம். படம் 4-4 ஒளி அலைநீளங்களுக்கும் கண்ணின் ஒளி உணர்வு நுட்பத்திற்கும் (eye sensitivity) உள்ள தொடர்பினைக் காட்டுகிறது. சம எண்ணிக்கையுடைய கதிர்வீச்சு ஆற்றல்களைக் கொண்ட எல்லா அலைநீளங்களையும் (all wave lengths) கண் ஒளிப் பதிவு செய்யும் வலிமையுடன் (strength of light impression)

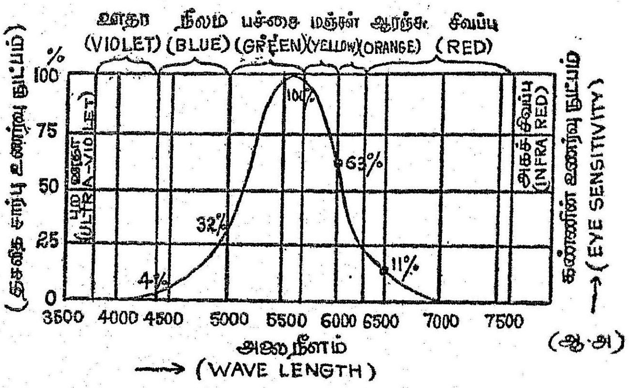


படம் 4-3.

மின்காந்த நிரலின் கட்புலனாகும் சிறு பகுதிப் பரப்பு

ஒத்திட்டுப் பார்த்தால், 5550 ஆ.அ. அலைநீளமுடைய மஞ்சள்-பச்சை (yellow-green) கதிர்வீச்சில்தான் கண்ணின் ஒளிப்பதிவு வலிமை மிகுந்திருக்கிறது. கட்புலனாகும் நிறமாலையின் மையப் பகுதியில் இருக்கும் 5550° ஆ.அ. அலைநீளத்தில் (மஞ்சள்-பச்சை நிறம்) உள்ள கதிர்வீச்சினைக் கண்ணின் 100 சதவீதச் சார்பு உணர்வு-நுட்பமாகக் (relative sensitivity) கொள்வது வழக்கம். இந்த அலைநீளமே கண்ணின் சார்பு உணர்வு-நுட்பத்தின் பெரும மதிப்பாகும். 3800° ஆ.அ. அலைநீளத்தில் கண்ணின் சார்பு உணர்வு-நுட்பம் (relative sensitivity) சுழிமதிப்பாகும். அலைநீளம் 3800° ஆ.அலகிலிருந்து அதிகரித்தால், கண்ணின் சார்பு உணர்வு-நுட்பமும் அதிகரித்து 5550° ஆ.அலகில் பெரும மதிப்பினை அடைகிறது. பின்பு இந்தச் சார்பு உணர்வு-நுட்பம் குறைந்துகொண்டே வந்து 7600° ஆ.அலகு அலைநீளத்தில் மீண்டும் சுழி மதிப்பை அடைகிறது. அதாவது கண்ணின் ஒளிப்பதிவு மஞ்சள்-பச்சைக கதிர்வீச்சில் (5550° ஆ.அ.) வலிமை மிகுந்தும், சிவப்பு, ஊதாக் கதிர்வீச்சுகளின் வலிமை குன்றியும் காணப்படுகிறது.

அலையியக்கக் கொள்கையின்படி ஒளி ஒருவித அலையியக்கமாகும். வெவ்வேறு அலைநீளங்களையுடைய பல அலைகளின்



படம் 4-4.

கண்ணின் ஒளி உணர்வு நுட்ப வளைகோடு

தொகுப்பே வெள்ளொளி (white light) ஆகும். கதிரவனிடமிருந்து வரும் வெள்ளொளிக் கற்றை ஒன்றினை ஒரு முப்பட்டகக் கண்ணாடியின் வழியாக வெளிவரச் செய்து அதனை ஒரு திரையினில் வீழ்த்தினால், திரையில் ஊதா முதல் சிவப்பு ஈறாக ஏழு வண்ணங்கள் (ஊதா-கருநீலம்-நீலம்-பச்சை-மஞ்சள் ஆரஞ்சு-சிவப்பு—VIBGYOR) அடங்கிய நிறமாலை ஒன்றினைக் காணலாம். கண்ணானது நிறமாலையின் ஊதா, சிவப்பு முனைகளின் அலைநீளங்களாகிய 3800 ஆ.அ 7600 ஆ.அ. ஆகியவற்றிடையேயுள்ள அலைநீளங்களையுடைய கதிர்வீச்சுகளை மட்டுமே உணருகின்ற ஆற்றலுடையது. மேலும், ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளமுடைய ஒளிக்கதிர் நம் கண்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட நிறத்தைப் புலப்படுத்துகின்றது.

4-2-5. குவான்டம் கொள்கை (Quantum Theory)

இருபதாம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒளிமின் விளைவை (photo electric effect) அலைக் கொள்கையின்மூலம் விளக்க ஐன்ஸ்டீன் (Einstein), மாக்ஸ் பிளாங்க் (Max Planck) என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியின் கொள்கையை ஏற்றுக்கொண்டு ஒளி மின்விளைவை விளக்கினார். இதன்படி ஒளி, கதிர்வீச்சு

ஆற்றலையும், துகள் தன்மையையும் பெற்றுள்ளது. ஒளி சிறுசிறு துகள்களாக வெளிவிடப்படுகின்றது அல்லது உட்கொள்ளப்படுகின்றது. இந்த ஒளித்துகள்களை 'ஒளிக்குவான்டம்' (light quantum) அல்லது ஆற்றல் குவான்டம் (quantum of energy) என்று கூறுவர். குவான்டம் என்ற இலத்தீன் சொல்லுக்குச் சிறு கூறு அல்லது துகள் என்று பொருள். ஒளிக்கற்றைகள் ஃபோட்டான் (photon) என்ற சிறுசிறு ஆற்றல் பெட்டகங்களைக் கொண்டுள்ளன. ஆகவே, ஒளி என்பது ஃபோட்டான் என்னும் நிறையற்ற ஆற்றலுடைய துகள்களால் ஆனது. பழங்கொள்கையின் படி ஒளி, கதிர்வீச்சு அலைவடிவமாகத் தொடர்ந்து இராமல், தனித்தனியான சிறுசிறு ஆற்றல் துகள்களாக வெளிவிடப்படுகின்றது அல்லது உட்கொள்ளப்படுகிறது. இதுவே 'மாக்ஸ் பிளாங்கின் குவான்டம் கொள்கை'யாகும்.

ஒரு பொருளிலிருந்து ஆற்றல் வெளிப்படும்பொழுது தொடர்ச்சியாக வெளிவிடப்படுவதில்லை; ஆனால், துகள்களாகவே வெளிவிடப்படுகிறது. அத் துகள்களின் ஆற்றல் அந்த ஒளியின் அலைவெண்ணுக்கேற்ப இருக்கும். அதாவது f என்பது அலை வெண்ணுடைய ஒளியின் ஃபோட்டான்களுக்கு hf என்ற ஆற்றல் உண்டு. இதில் E என்பது துகள்களின் ஆற்றல் அளவு. L என்பது பிளாங்கின் மாறிலி $= 6{\cdot}547 \times 10^{-27}$ எர்கு-விநாடி (erg/sec). f என்பது அலைவெண் (அலகு சுற்றுகள்/விநாடி).

ஒளிக் கற்றை என்பது முன்னேறிச் செல்லும் அலைகளல்ல. பாய்ந்து செல்லும் ஃபோட்டான்களின் கூட்டம். இவற்றின் உண்மையைக் கதிர்வீச்சு, கதிர் உட்கிரகிக்கப்படுதல், ஒளி மின் விளைவு இவை தெளிவாய்க் காண்பித்தன. ஒளிக்கு அலைத் தன்மை இருந்துதான் ஆகவேண்டும், இல்லையெனில், குறுக்கீட்டு விளைவு முதலியவற்றை விளக்க முடியாது. 1920 ஆம் ஆண்டிற்குள் ஒளியின் இருமைப் பண்பினை (dual nature of light) யாவரும் ஏற்றுக்கொண்டனர். அதாவது ஒளி சில நேரங்களில் அலைப் பண்புகளையும், சில நேரங்களில் துகள் பண்புகளையும் காட்டுகின்றது. ஒளியின் அலைப் பண்புகள் நீண்ட அலைநீளப் பகுதிகளிலும், துகள் பண்புகள் குறைந்த அலைநீளப் பகுதி களிலும் வெளிப்படுகின்றன.

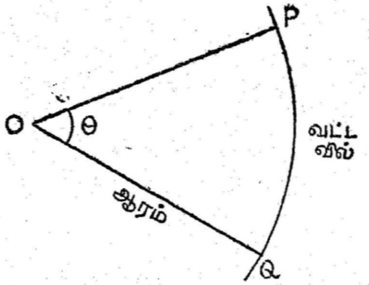
1924 ஆம் ஆண்டில் லூயிஸ் டி ப்ரோக்லி, (Louis T Broglie) என்ற ஃபிரஞ்சு விஞ்ஞானி, எலெக்ட்ரான் அணுக்கள், மூலக் கூறுகள் போன்ற பருபொருள்களும் துகள் தன்மை, அலைத் தன்மை ஆகிய இரண்டினையும் உடையதாய் இருத்தல் வேண்டும்

அதாவது பருப் பொருள்கள் (matters) தனித்தனி துகள்களால் ஆனது போலவே, அலைகளாலும் ஆகியிருக்க வேண்டும்; எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பொருளின் நிறை 'm' என்றும், அதன் அலைவேகம் 'v' என்றுமிருந்தால், அதன் அலைநீளம் $\lambda = \frac{h}{mv}$ என்று இருக்க வேண்டும் என நிரூபித்துக் காண்பித்தார். இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி, λ என்பது 'டி ப்ரோக்லி' அலை நீளம்.

4-3. வரைவிலக்கணங்கள் (Definitions)

4-3·1. தளக் கோணம் (Plane angle)

படம் 4-5-ல் PQ என்ற வட்ட வில் O-வை மையமாகவும், OP-யை ஆரமாகவும் கொண்டு வரைந்த வட்டத்தின் பகுதி யெனக் கருதுவோம். இந்த வில் வட்ட மையத்தில் (O) தாங்கும் கோணமே தளக் கோணம்.



படம் 4-5.
தளக்கோணம் வரைதல்

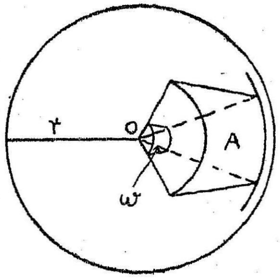
கோணம் θ எனவும், வட்டத்தின் ஆரம் r எனவும் கொண்டால், தளக் கோணத்தின் அளவு,

$$\theta = \frac{PQ}{r} = \frac{\text{வட்ட வில்}}{\text{ஆரம்}} \text{ ரேடியன்கள்.} \quad \ldots \quad (4\text{-}1)$$

அதாவது OP, OQ என்ற இரண்டு நேர்கோடுகள், O என்ற புள்ளியில் சந்தித்து, θ என்ற கோணத்தை அப் புள்ளியில் ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, ஒரே தளத்தில் உள்ள இரண்டு நேர்கோடுகள் ஒரு புள்ளியில் சந்தித்தால், அந்தப் புள்ளியில் குவியும் இரண்டு நேர்கோடுகளுக்கு இடையே உண்டாகும் கோணமே 'தளக் கோணம்' ஆகும்.

4-3·2. திண்மக் கோணம் (Solid angle)

PQ என்ற வட்ட வில்லிற்குப் பதிலாக, *A* என்ற பரப்பளவுள்ள ஒரு கோளப் பகுதியை எடுத்துக்கொள்வோம். அதாவது *O*-வை மையமாகவும் '*r*' அளவினை ஆரமாகவும் கொண்டு வரைந்த ஒரு கோளப் பகுதியாக *A*-யைக் கருதுவோம். படம் 4-6-ல் இந்த *A* பரப்பளவுள்ள பகுதியானது, கோளத்தின் மையத்தில் (*O*) தாங்குகின்ற கோணம் ஒரு திண்மக் கோணமாகும். அதாவது *A* என்ற இந்தப் பரப்பின் ஓரங்களை *O*-வுடன் இணைத்தால் *O*-வை உச்சியாகக் (vertex) கொண்ட ஒரு கூம்பு உருவம் கிடைக்கும்.



படம் 4-6.
திண்மக் கோணம் வரைதல்

எனவே, கோளத்தினது மேற்பரப்பின் ஒரு பகுதிப் பரப்பளவு, அதன் மையத்தில் தாங்குகின்ற கோணமே திண்மக் கோணம் ஆகும். '*A*' அலகு பரப்பளவுள்ள கோளத்தின் பகுதி, அதன் மையத்தில் தாங்குகின்ற திண்மக் கோணம் ω ஆனது $\frac{A}{r^2}$.

கோளத்தின் மேற்பரப்பு முழுவதையும் எடுத்துக்கொள்வோமானால், அந்தக் கோளப் பரப்பு முழுவதும் கோள மையத்தில் தாங்கும் மொத்தத் திண்மக்கோணம் $= \Sigma \frac{A}{r^2}$

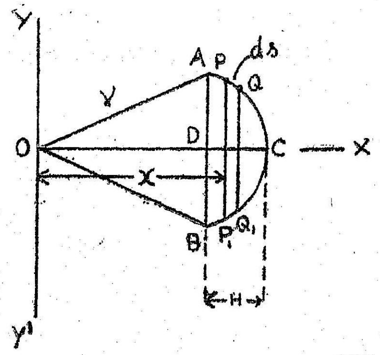
$$= \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi \text{ ஸ்டெரேடியன்கள்.} \quad \ldots \quad (4\text{-}2)$$

4-3-2·1 ஓர் அலகு திண்மக் கோணம் (Unit Solid Angle)

'*r*' ஆரமுடைய ஒரு கோளத்தினது மேற்பரப்பின் 'r^2' பரப்பளவுள்ள பகுதியானது, கோளத்தின் மையத்தில் தாங்குகின்ற கோணம் ஓரலகு திண்மக் கோணமாகும்.

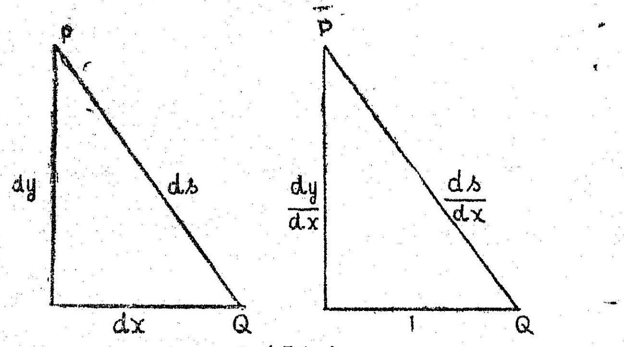
4-3-2-2. தளக் கோணத்திற்கும், திண்மக் கோணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு

படம் 4 7 (அ)-ல் *AOBC* கோளப் பகுதியின் மையம் (*O*) வழியாகச் செங்குத்துத் தள வெட்டு முகத்தைக் காட்டு



படம் 4-7 (அ)

கிறது. OC, AB-க்கு நேர் குத்தாகவும், கோளப் பகுதியின் ஆரம் 'r' எனவும் கொள்வோம். OC-யை X ஆயமாகவும், YOY'-யை Y ஆயமாகவும் கொள்வோம். கோளப் பகுதியை AB-க்கு இணையாகப் பிரிப்போமாயின் PQQ_1P_1 போன்ற வளையங்களாகக் கிடைக்கும்.



படம் 4-7 (ஆ)

குறிப்பிட்ட வளையத்தின் ஆரம் 'Y' எனின், இதன் பரப்பளவு $2\pi y \cdot PQ = 2\pi y \cdot ds$.

ஆனால் $$\frac{ds}{dx} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \quad \dots \quad (4\text{-}3)$$

அல்லது $$ds = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \cdot dx$$

குறிப்பிட்ட வளையத்தின் பரப்பு

$$= 2\pi y \times \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \times dx \quad \dots \quad (4\text{-}4)$$

பிறைமத்தின் (segment) மொத்த மேற்பரப்பு, r-H-லிருக்க r வரம்புக்குட்பட்டுள்ளது. எனவே, பிறைமத்தின் மொத்தப் பரப்பு

$$= \int_{r-H}^{r} 2\pi y \times \sqrt{1 \times \left(\frac{dy}{dx}\right)} \, .dx \qquad \ldots \quad (4\text{-}5)$$

ஆனால், $x^2 + y^2 = r^2$ (வட்டச் சமன்பாடு)

$$y^2 = r^2 - x^2$$

பகுப்பின், $2y \dfrac{dy}{dx} = -2x$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y} \qquad \ldots \quad (4\text{-}6)$$

(4-6) ஐச் சமன்பாடு (4-5)-ல் ஈடு செய்தால்

$$\text{பிறைமத்தின் மொத்தப் பரப்பு} = \int_{r-H}^{r} 2\pi y \times \sqrt{1 + \frac{y^2}{x^2}} \; dx$$

$$= 2\pi \int_{r-H}^{r} r \, . \, dx \quad \left(\because r = y \sqrt{1 + \frac{y^2}{x^2}} \right)$$

$$= 2\pi \Big[r . x \Big]_{r-H}^{r}$$

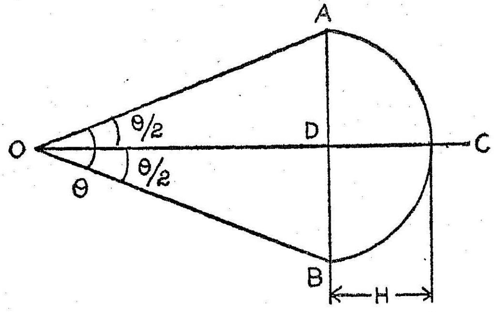
$$= 2\pi r H \qquad \ldots \quad (4\text{-}7)$$

இந்தப் பிறைமம், அதன் கோள மையப் புள்ளியில் தாங்கும்

திண்மக் கோணம் $\omega = \dfrac{\text{பரப்பு}}{(\text{ஆரம்})^2}$

$$= \frac{2\pi r H}{r^2}$$

$$= \frac{2\pi H}{r} \qquad \ldots \quad (4\text{-}8)$$



படம் 4-7 (இ)

ஆனால் $H = OC - OD$

$$= r - OA\cos\frac{\theta}{2}$$

$$= r - r\cos\frac{\theta}{2}$$

$$= r\left(1 - \cos\frac{\theta}{2}\right)$$

$$\therefore \frac{H}{r} = 1 - \cos\frac{\theta}{2} \quad \ldots (4\text{-}9)$$

$$\omega = \frac{2\pi H}{r} = 2\pi\left(1 - \cos\frac{\theta}{2}\right)$$

$$\omega = 2\pi\left(1 - \cos\frac{\theta}{2}\right) \quad \ldots \quad (4\text{-}10)$$

4-3-3. ஒளியாற்றல் (Light energy)

இது குறிப்பிட்ட நேரத்தில் பார்வைக் கதிர்வீச்சுகள் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கும் ஆற்றலாகும். இதன் அலகு லூமென்-மணி. இதனை 'Q' என்று குறிப்பிடுவர்.

ஒளி விளக்கப் பொறியியலின்படி, ஒளி என்பதனைக் கதிர்வீச்சு ஆற்றல் (radiant energy) எனக் குறிப்பிடுவர். பார்வைப்புலனைத் தோற்றுவிக்கும் திறமைக்கேற்றவாறு, கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் மதிப்பீடு கணிக்கப்படும்.

4-3-4. ஒளிப் பாய்வு (Luminous flux)

ஒரு குறிப்பிட்ட தளப் பரப்பின் (surface) வழியாக ஓரலகு நேரத்தில் (unit time) செல்லுகின்ற ஒளியாற்றல் அப் பரப்பினூடே பாயும் ஒளிப் பாய்வு என வழங்கப்படுகிறது. ஒளிப் பாய்வின் அலகு லூமென் (lumen). இதனை ஆங்கிலத்தில் சுருக்கமாக 'lm' எனக் குறிப்பிடுவர். ஒளிப் பாய்வின் குறியீடு (symbol) F அல்லது ϕ.

ஓரொளித் தோற்றுவாய், கண்ணின் சார்பு உணர்வு-நுட்பத் திறகு (relative sensitivity of eye) ஏற்றவாறு எல்லாத் திசை

களிலும் ஓரலகு நேரத்தில் வீசுகின்ற ஒளியாற்றலினை அத் தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளிப் பாய்வாகக் கொள்வர். 5550 ஆ அலகு அலைநீளத்தில் கண்ணின் சார்பு உணர்வு நுட்பம் பெருமமானது. இந்த அலைநீளத்தில் ஒரு வாட் மின்திறனைச் செலவழித்தால், சுமார் 680 லூமென் ஒளிப் பாய்வினைப் பெறலாம்.

ஆகவே, இந்த அலைநீளத்தில் ஒரு லூமென் $= \frac{1}{680}$ வாட் ஆகும்.

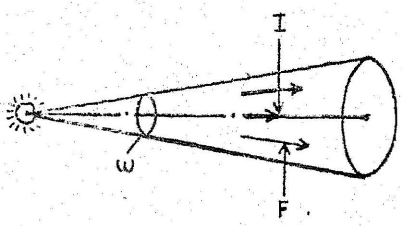
இந்த விகிதம் வெவ்வேறு அலைநீளத்தில் வெவ்வேறு விதமாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக 5000 ஆ. அலகு அலைநீளத்தில்

1 லூமென் $= \frac{1}{680 \times 0{\cdot}32}$ வாட். 5000 ஆ. அலகு அலை நீளத்தில் கண்ணின் சார்பு உணர்வு - நுட்பம் 0·32 ஆக இருப்பதே இதற்குக் காரணம் (படம் 4-4-ஐப் பார்க்கவும்).

4-3-5. ஒளிச் செறிவு (Luminous Intensity)

ஓரொளித் தோற்றுவாய், ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் ஓரலகு திண்மக் கோணத்தில் வெளிப்படும் ஒளிப் பாய்வினை, கொடுக்கப் பட்ட அத் திசையில் ஏற்படும் ஒளிச் செறிவு என்று கூறுவர். ஒளிச் செறிவின் அலகு கேன்டெலா (candela). முன்பு இதனை வத்தித் திறன் (candle power) என வழங்குவர். கேன்டலாவின் ஆங்கிலச் சுருக்கம் "*Cd*". ஒளிச் செறிவின் குறியீடு "*I*".

ஒளித் தோற்றுவாய் எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே சீரான ஒளிப் பாய்வினைக் கொடுப்பதில்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் புள்ளி வடிவ ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து குறுகிய அளவான கூம்பு



படம் 4-8.
குறுகிய கூம்புப் பகுதி

ஒன்று உள்ளதாகவும், அதனுள் அடங்கிய ஒளிப் பாய்வு ஒரே சீராக இருப்பதாகவும் கொள்வோம் (படம் 4·8). இந்தக் குறுகிய கூம்புப் பகுதியில் உள்ள ஒளிப் பாய்வு, இக் கூம்பு புள்ளி வடிவத் தோற்றுவாயில் தாங்கும் திண்மக் கோணத்திற்கு நேர்விகிதத்தி

விருக்கும். ஆகவே ஓரலகு திண்மக் கோணத்தில் வெளிப்படும் ஒளிப் பாய்வு, கொடுக்கப்பட்ட அத் திசையில் ஏற்படும் ஒளிச் செறிவாகும்.

$$\text{ஒளிச் செறிவு } I = \frac{\text{ஒளிப் பாய்வு}}{\text{திண்மக் கோணம் (ஸ்டெரேடியன்)}} = \frac{F}{\omega} \quad \ldots \text{(4-11)}$$

$$\text{கேன்டெலா } (cd) = \frac{\text{லூமென்}}{\text{ஸ்டெரேடியன்}} = \frac{lm}{\omega} \quad \ldots \text{(4-12)}$$

$$\omega = 1 \text{ ஆனால், } lm = cd$$

ஒரு லூமென் என்பது ஒரு கேன்டெலா அளவுடைய புள்ளி வடிவ ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து ஓரலகு திண்மக் கோணத்தில் வெளிப்படும் ஒளிப் பாய்வு ஆகும். (எடுத்துக்காட்டு) சைக்கிள் வண்டியின் ஒளிப் பாய்வு சுமார் 10 லூமென்.

கேன்டெலா: புள்ளி வடிவ ஒரொளித் தோற்றுவாய் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் ஓரலகு திண்மக் கோணத்தில் வெளிவிடும் லூமென் ஒளிப் பாய்வின் அளவினை, அத் திசையில் ஏற்படுத்தும் அத் தோற்றுவாயின் கேன்டெலாவாகும். (எடுத்துக்காட்டு) கலங்கரை விளக்கின் மையக் கற்றையின் (lighthouse light centre of beam) ஒளிச் செறிவு $= 2 \times 10^6$ கேன்டெலா.

"r" அலகு ஆரமுடைய ஒரு கோளத்தின் பரப்பு $4\pi r^2$. ஒரு கேண்டலா அளவு புள்ளி வடிவத் தோற்றுவாயிலிருந்து வெளிப்படும் மொத்த ஒளிப் பாய்வு 4π திண்மக் கோணத்தினை நிரப்பும். எனவே, "I" அளவு கேண்டாலாவின் மொத்த ஒளிப் பாய்வு, $4\pi I$ லூமென்களுக்குச் சமம்.

4-3-6. கோளச் சராசரி வத்தித்திறன் (Mean spherical candle power)

ஒளித் தோற்றுவாயின் எல்லாத் திசைகளிலும், எல்லாத் தளங்களிலும் உள்ள வத்தித் திறன்களின் சராசரி அளவே, கோளச் சராசரி வத்தித்திறனாகும்.

$$\text{கோளச் சராசரி வத்தித்திறன்} = \frac{\text{மொத்த ஒளிப்பாய்வு (லூமென்கள்)}}{\text{கோளப்பரப்பு அதன் மையத்தில் தாங்கும் திண்மக் கோணம்.}}$$

$$M.S.C.P. = \frac{\text{மொத்த ஒளிப்பாய்வு (லூமென்கள்)}}{4\pi} \quad \ldots \quad (4\text{-}13)$$

4-3-7. அரை கோளச் சராசரி வத்தித்திறன் (Mean hemispherical candle power)

கிடைத் தளத்திற்குக்கீழ் உள்ள அரைக் கோளப் பகுதியில், ஒரு தோற்றுவாய்க்கு அச்சின் வழியாகச் செல்லுகின்ற வத்தித் திறன்களின் சராசரி அளவே அரை கோளச் சராசரி வத்தித்திறன் எனப்படும்

$$\text{அரை கோளச் சராசரி வத்தித் திறன்} = \frac{\text{அரைகோளப் பகுதியில் வெளியிடப்பட்ட ஒளிப்பாய்வு}}{\text{அரைகோளம் அதன் மையத்தில் தாங்கும் திண்மக் கோணம்}}$$

$$= \frac{\text{அரைகோளத்தில் வெளிவிடப்பட்ட ஒளிப்பாய்வு}}{2\pi} \quad \ldots \quad (4\text{-}14)$$

4-3-8. கிடைத்தள சராசரி வத்தித்திறன் (Mean Horizontal candle power)

ஒரொளித் தோற்றுவாயின், அதன் நிலைக்குத்து அச்சு வழியாகச் செல்லுகின்ற கிடைத்தளத்தின் எல்லாத் திசைகளிலும் உள்ள வத்தித்திறன்களின் சராசரி அளவே, கிடைத்தள சராசரி வத்தித்திறன் எனப்படும்,

4-3-9 சுருக்கக் காரணி (Reduction factor)

ஓர் ஒளித்தோற்றுவாயின், கோளச் சராசரி வத்தித் திறனுக்கும். கிடைத்தளச் சராசரி வத்தித் திறனுக்குமுள்ள விகிதத்தை அந்த ஒளித் தோற்றுவாயின் சுருக்கக் காரணி என்று கூறுவர். இதனையே சுருக்க எண் எனவும் குறிப்பிடுவர்.

$$\text{சுருக்க எண்} = \frac{\text{கோளச் சராசரி வத்தித்திறன்}}{\text{கிடைத்தளச் சராசரி வத்தித்திறன்}}$$

$$f = \frac{M.S.C.P.}{M.H.C.P.} \quad \ldots \quad (4\text{-}15)$$

4-3-10. ஒளி விளக்கம் (Illumination)

ஒரு தளப்பரப்பின்மீது ஒளி படும்பொழுது, அது ஒளி விளக்கமடைகிறது. ஆகவே, ஒரு குறிப்பிட்ட தளப்பரப்பின்மீதுள்ள ஓர் அலகு பரப்பளவில் விழுகின்ற ஒளிப்பாய்வினை அதனுடைய ஒளி விளக்கம் என்று சொல்வர். இதன் அலகு "லக்ஸ்". ஒளி விளக்கத்தினை "E" எனக் குறிப்பிடுவர்.

$$\text{ஒளி விளக்கம் } E = \frac{\text{ஒளிப்பாய்வு}}{\text{பரப்பு}}$$

$$= \frac{\text{லூமென்கள்}}{\text{பரப்பு}} = \frac{cd \times \omega}{\text{பரப்பு}}$$

ஆனால் $\omega = \frac{\text{பரப்பு}}{d^2}$. இதில் d என்பது ஒளிப்பாய்வு விழும் பரப்பளவிற்கும், புள்ளி அளவுள்ள ஓர் ஒளித் தோற்றுவாய்க்கும் இடையேயுள்ள தூரம்.

$$\therefore \quad \text{ஒளிவிளக்கம் } E = \frac{c \cdot d}{\text{பரப்பு}} \times \frac{\text{பரப்பு}}{d^2} = \frac{cd}{d^2}. \quad \ldots \quad (4\text{-}16)$$

ஒளி விளக்கத்தின் அலகு லக்ஸ் (lux) அல்லது மீட்டர் வத்தி (metre candle).

லக்ஸ் (Lux) : ஒரு மீட்டர் ஆரமுடைய ஒரு கோளத்தின் மையத்தில், ஒரு கேன்டெலா அளவு புள்ளி வடிவத் தோற்றுவாயினை வைத்து ஒளிவிளக்கம் செய்தால், அக் கோளத்தில் உட்புறப் பகுதியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கத்தின் அளவு ஒரு "லக்ஸ" ஆகும். அக் கோளத்தின் உட்புறப் பகுதியில் ஏற்படும் $\text{ஒளிவிளக்கம்} = \frac{1 \text{ கேன்டெலா}}{\text{கோளத்தின் பரபபு}} = \frac{4\pi \text{ லூமென்}}{4\pi \text{ மீட்டர்}^2}$. அதாவது ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பளவில் விழும் ஒரு லூமென் ஒளிப்பாய்வினை ஒரு லகஸ் அல்லது ஒரு மீட்டர்-கேன்டெலா (மீட்டர்-வத்தி) என்கிறோம் (எடுத்துக்காட்டு) சூரியன் உதிக்கும்போதும் மறையும்போதும் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம் சுமார் 500 லக்ஸ். தெளிந்த வானத்தில் முழுமதியிலிருந்து கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம் சுமார் 0·25 லக்ஸ்.

ஒரு சதுர செ.மீ-க்கு ஒரு லூமென் என்பது போட் (phot) என வழங்கப்படுகின்றது. இது நடைமுறைக்கு ஒவ்வாத மிகப் பெரிய அலகாகும்.

ஒரு சதுர அடிக்கு ஒரு லூமன் என்பது ஓர் அடி வத்தியின் ஒளி விளக்கமாகும்.

$$\text{லக்ஸ்} = \frac{\text{லூமென்கள்}}{(\text{மீட்டர்})^2} = \frac{\text{லூமென்கள்}}{(3 \cdot 28\ \text{அடி})^2}$$

$$= \frac{1}{10 \cdot 76} \frac{\text{லூமென்கள்}}{(\text{அடி})^2} \text{ அடிவத்தி} = 0 \cdot 093 \text{ அடிவத்தி.}$$

அல்லது 1 அடிவத்தி = 10·76 லக்ஸ்.

$$\therefore\ 1 \text{ போட்} = \frac{\text{லூமென்கள்}}{\text{செ.மீ}^2} = \frac{\text{லூமென்கள்}}{\left(\frac{\text{மீட்டர்}}{100}\right)^2} \quad \ldots \quad (4\text{-}17)$$

$$= \frac{10{,}000\ \text{லூமன்கள்}}{(\text{மீட்டர்})^2}$$

$$= 10{,}000 \text{ லக்ஸ்.}$$

4–3-11. ஒளிப் பொலிவு (Luminance)

ஒரு தோற்றுவாய் தானே ஒளிவிடுவதாக இருந்தால் அதனை முதன்மை ஒளித் தோற்றுவாய் (primary light source) என்றும், அல்லது ஒளியூட்டப்பட்டதாக இருந்தால் அதனைத் துணை ஒளித் தோற்றுவாய் என்றும் கூறுவர். அப்படிப்பட்ட தோற்றுவாய் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் அதன் மேற்பரப்பின் ஓர் அலகு பரப்பளவில் பெற்றிருக்கும் ஒளிச் செறிவு (light intensity) அத் திசையில் அதனுடைய ஒளிப் பொலிவு என்பர். இதன் அலகு கேன்டெலா/மீட்டர்^{2}, ஒலிப் பொலிவினை "L" அல்லது "B" என்று குறிப்பிடுவர்.

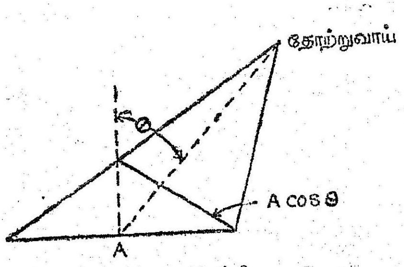
(ஒளிப் பொலிவு, ஒளிவிளக்கம் ஆகிய இவ் விரண்டினைப் பிரித்தறிய வேண்டியது இன்றியமையாதது).

$$\text{ஒளிப் பொலிவு } (L \text{ or } B) = \frac{\text{ஒளிச் செறிவு}}{\text{தோற்றப் பரப்பு (apparent area)}}$$

$$= \frac{I}{A \cos \theta}$$

இதில் A என்பது ஒரு தோற்றுவாயின் மேற்பரப்பின் பரப்பு அல்லது ஒளியூட்டப் பெற்றதின் மேற்பரப்பின் பரப்பு. தோற்றப் பரப்பு என்பது முதன்மை அல்லது துணை ஒளித் தோற்று வாயினுல், பார்வையாற்றலுக்குச் செங்குத்தாக வீழ்த்தப்டும் தட்டையான பரப்பு.

எடுத்துக்காட்டு :

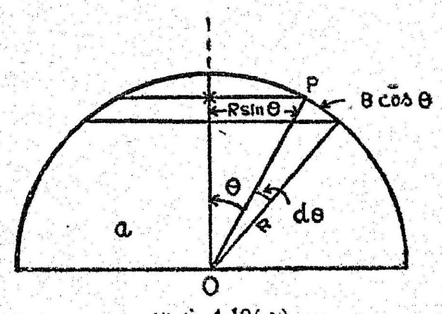


படம் 4-9.
θ என்பதன் விளக்கம்

θ என்பது, ஒரு குறிப்பிட்ட மேற்பரப்பின்மீது படுகின்ற ஒளிக் கதிருக்கும், படுநிலையில் வரையப்பட்ட செங்குத்துக் கோட்டிற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் (படம் 4-9). அப்படிப்பட்ட தளத்தின் மேற்பரப்பின் பரப்பு A என்ருல் தோற்றப் பரப்பு $A \cos \theta$ ஆகும்

ஒளிப்பொலிவு : ஓர் அலகு பரப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் உண்டாகும் ஒளிச் செறிவே, அப் பரப்பின் ஒளிப் பொலிவாகும்.

பரவி விரவச் செய்யும் ஒரு மேற்பரப்பில் 'a' அலகுடைய ஒரு சிறிய பரப்பினை எடுத்துக் கொள்வோம். ஒளிப்பொலிவு எல்லாக் கோணங்களிலும் ஒன்ருக இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்தப் பரப்பைச் சூழ்ந்துள்ள ஓர் அரைக்கோளத்தில் ஆரம் R என்க. புள்ளி P-ல் உண்டாகும் ஒளிப் பொலிவு B என்று வைத்துக் கொள். அப் புள்ளியின் ஒளிச் செறிவு $= B \times \theta$. திசையில் உள்ள பரப்பு.



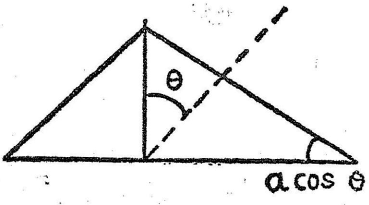
படம் 4-10(அ)
ஒளிப்பொலிவு

$$= B\, a \cos \theta,$$

அரைக்கோளத்தில் படத்தில் காட்டியபடி θ கோணத்திற்கும் θ + θ கோணத்திற்கும் இடையேயுள்ள ஒரு நுண் பகுதியை எடுத்துக் கொள்வோம். இந்த நுண்பகுதியின் அகலம் = $R\,d\,\theta$.

நீளம் = $2\pi R \sin\theta$ ... (4-18)

ஆகவே, இந்த நுண்பகுதியின் பரப்பு = $2\pi R \sin\theta \times R\,d\,\theta$



படம் 4-10- ஆ)

$$= 2\pi R^2 \sin\theta.\, d\,\theta. \qquad \ldots \quad (4\text{-}19)$$

இந்த நுண்பகுதியின் பரப்பு அதன் மையமாகிய O-வில் தாங்கும் கோணம் = $\dfrac{\text{பரப்பு}}{(\text{ஆரம்})^2} = \dfrac{2\pi R^2 \sin\theta}{R^2}\, d\,\theta$ ... (4-20)

$$= 2\pi \sin\theta\, d\,\theta$$

இந்த நுண்பகுதியில் செல்லும் ஒளிப்பாய்வு

= ஒளிச் செறிவு × திண்மக் கோணம்

$$= B.\, a \cos\theta \times 2\pi \sin\theta$$

$$= 2\pi B\, a \sin\theta \cos\theta\, d\theta$$

$$= \pi B\, a \sin 2\theta\, d\,\theta \qquad \ldots \quad (4\text{-}21)$$

அரைக் கோணத்தில் பாயும் மொத்த ஒளிப்பாய்வு

$$= \int_0^{\pi/2} \pi \cdot B \cdot a \sin 2\theta\, d\,\theta$$

$$\pi B a \left[-\frac{\cos 2\theta}{2}\right]_0^{\pi/2} = \pi B a$$

$$\phi = \pi B a$$

$$\therefore \quad B = \frac{\phi}{\pi a} = \frac{C.P \times \omega}{\pi . a} \quad \ldots \quad (4\text{-}22)$$

$= B$ ஓரலகு பரப்பின் $\frac{1}{\pi}$ வத்திகள்.

ஒளிப் பொலிவின் அலகு லேம்பர்ட் (Lmabert) ஆகும். அதாவது ஒரு சதுர அடியில் $\frac{1}{\pi}$ வத்திகள் கொண்ட ஒளிப்பொலிவு ஒரு லேம்பர்ட் ஆகும்.

ஒளிப்பொலிவின் அலகு ஸ்டில்பு (stilb) எனப்படும்.

ஸ்டில்பு (Stilb) : ஒரு சதுர செ. மீட்டருக்கு ஒரு வத்தித்திறன் என்பது ஒரு ஸ்டில்பு ஆகும்.

லேம்பர்ட் (Lan bert) : இதனையும் ஒளிப்பொலிவின் அலகு என்று கூறலாம். ஒரு சதுர சென்டி மீட்டருக்கு ஒரு லூமென் என்பது ஒரு லேம்பர்ட் ஆகும்.

ஒளிப்பொலிவின் மிகச் சிறிய அலகு நிட் (nit) ஆகும். ஒரு சதுர மீட்டருக்கு ஒரு வத்தி என்பது ஒரு "நிட்" ஆகும்.

சூரியனின் ஒளிப்பொலிவு சுமார் 165,000 கேண்டலா/செமீ^{2} (cd/cm^2). சந்திரனின் ஒளிப்பொலிவு 0·25 கேண்டலா/செமீ^{2}. மின்னிழை விளக்கின் ஒளிப்பொலிவு சுமார் 700 கேண்டலா/செமீ. தன்னொளிர்வு விளக்கின் (Fluorescent lamp) ஒளிப்பொலிவு 0·8 கேண்டலா/செமீ.

4-3-12. விளக்கின் பயனுறுதிறன்

அல்லது தன் வெளிப்பாடு (lamp efficiency or specific output) விளக்கு ஒளித்தோற்றுவாயின் ஒளிப்பாய்வுக்கும் அதன் உள்ளீட்டு மின்திறனுக்குமுள்ள விகிதமே அந்த விளக்கின் பயனுறுதிறன் எனப்படும்.

$$\text{விளக்கின் பயனுறுதிறன்} = \frac{\text{லூமென்கள்}}{\text{வாட்கள்}} = \frac{4\pi \times M.S\,C.P.}{\text{வாட்கள்}}$$

$$\text{அல்லது லூமென்/வாட்} = \frac{4\pi}{\text{வாட்கள்}/M.S.C.P.} \quad \ldots \quad (4\text{-}23)$$

$$= \frac{4\pi f}{\text{வாட்கள்}/M.H.C.P.} \left(\because f = \frac{M.S.C.P.}{M.H.C.P.} \right)$$

$$\text{வாட்கள்}/M.S.C.P. = \frac{4\pi}{\text{லூமென்}/\text{வாட்}} \quad \ldots \quad (4\text{-}24)$$

$$\text{வாட்கள்}/M.H.C.P. = \frac{4\pi f}{\text{லூமென்}/\text{வாட்}}$$

$$= f \times \text{வாட்கள்}/M.S.C.P. \quad \ldots \quad (4\text{-}25)$$

4-3-13. தன்-செலவு (Specific consumption)

உள்ளீட்டு மின் திறனுக்கும், சராசரி வத்தித் திறனுக்குமுள்ள விகிதமே, ''தன் செலவு'' எனப்படும்.

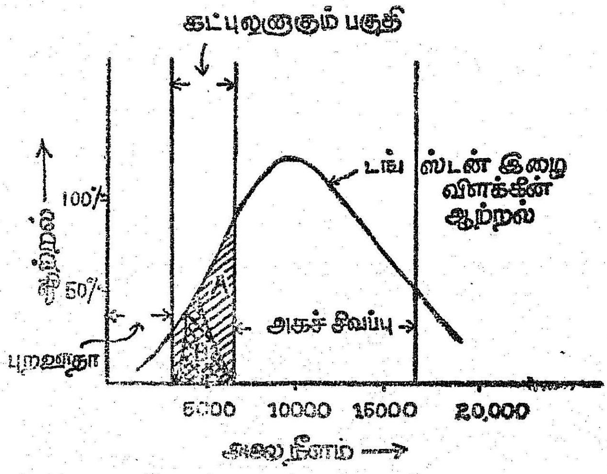
$$\text{தன்-செலவு} = \frac{\text{மின் திறன் (வாட்கள்)}}{\text{சராசரி வத்தித் திறன் } (C.P)}$$

4-3-14 ஒளி விளக்கப் பயனுறுதிறன்

நடை முறையில் உள்ள எந்த ஒளித்தோற்றுவாயும், கட்புலனாகும் பகுதியில் மட்டும், கதிர்வீச்சு ஆற்றல்களைக் கொடுப்பதில்லை. கட்புலனாகும் பகுதியினைத் தவிர, புறஊதாப் பகுதிகளிலும், அகச்சிவப்புப் பகுதிகளிலும் கதிர்வீச்சு ஆற்றல்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. டங்ஸ்டன் இழை விளக்கின் நிறமாலைப் பரவல் படம் 4-11-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கட்புலனாகும் பகுதியில் கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் அளவு மிகக் குறைவு. பெரும்பான்மையான கதிர்வீச்சு ஆற்றல்கள் அகச்சிவப்புப் பகுதியிலேயே காணப்படுகின்றன. ஆகவே, இந்த இழை விளக்குகளின் ஒளி உண்டாகுந் தரத்தின் திறன் மிகக் குறைவானது. ஆனால், கண்ணின் உணர்வு நுட்பம் 3800° ஆ.அ. அலைநீளத்தில் சுழி மதிப்பில் ஆரம்பித்து உயர்ந்து கொண்டே வந்து, 5500° ஆ.அ. அலைநீளத்தில் பெரும மதிப்பினையடைந்து, பிறகு உணர்வு நுட்ப அளவு குறைந்து கொண்டே வந்து 7600° ஆ அ. அலைநீளத்தில் சுழிமதிப்பை அடைகிறது.

கட்புலனாகும் பகுதியில், ஒளித் தோற்றுவாயின் ஒளியாற்றல் வெவ்வேறு அலைநீளங்களில், வெவ்வேறு பார்வைப் புலனுணர்வினை ஏற்படுத்துகிறது. கட்புலனாகும் பகுதியில் ஒற்றைக் கோடிட்ட பகுதியின் பரப்பு [வளைகோட்டுப் பரப்பு 4] மின்னிழை

விளக்கினால் கிடைக்கும் ஒளியாற்றலைக் குறிக்கும். கண்ணின் உணர்வு நுட்ப வளைகோட்டினை வரைந்து பிறகு கிடைக்கும் இரட்டைக் கோடிட்ட பகுதியின் பரப்பு [வளைகோட்டுப் பரப்பு-B] கண்ணுறும் பகுதியிலுள்ள கதிர்வீச்சு ஆற்றலைக் காட்சிப் பயன்



படம் 4-11.

டங்ஸ்டன் இழை விளக்கின் நிறமாலைப் பரவல்

(visual effect) தரும் ஒளியாக மாற்றியமைத்த அளவினைக் குறிக்கும். மின்னிழை விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னாற்றலின் முழு அளவும், 5500 ஆ.அ அலைநீளத்தில் கதிர்வீச்சு ஆற்றலாக வெளிப்படுமாயின், அந்த அலைநீளப் பகுதியின் கிடைக்கும் ஒளிப் பாய்வின் அளவு 680 லூமென்கள்/வாட் ஆகும். அதாவது நிறமாலையில் எப் பகுதியில் கண்ணில் உணர்ச்சி மிகுந்துள்ளதோ அப் பகுதியில் 1 வாட் மின்திறனுக்குக் கிடைக்கும் ஒளிப்பரப்பின் அளவு 680 லூமென்கள். மின்னிழை விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னாற்றல் முழுவதும், ஒளி நிறமாலையில் ஏற்படுவதாகக் கொண்டால், 1 வாட்டு மின் திறனுக்கு 220 லூமென்கள் ஒளிப் பாய்வு கிடைக்கும். இதுவே, மின் விளக்கின் பெரும மின்திறனாகும். அதாவது அகச் சிவப்பு, புற ஊதாப் பகுதிகளில் வெளிப் படுத்தப்பட்ட கதிர் வீச்சு ஆற்றலைக் கட்புலனாகும் பகுதியில் திரும்பப் பெறுவோமானால், இப் பெரும பயனுறுதிறன் கிடைக்கும். அகச்சிவப்பு, புற ஊதாப் பகுதிகளில் கிடைக்கும் பயனற்ற கதிர் வீச்சு ஆற்றல்களையும் கணக்கிலெடுத்துக் கொண்டு, மின்னிழை

விளக்கின் பயனுறுதிறனைக் கணித்தால் ஒரு வாட்டுக்கு 10 முதல் 20 லூமென்கள் வரைதான் இருக்கும்.

E என்பது, τ அலை நீளத்தில் வெளிப்படும் கதிர் வீச்சு ஆற்றல்.

M என்பது = பயனுறுதிறத்தின் பெரும அளவு.
[அதாவது எல்லா மின்னாற்றலும், 5500 ஆ. அ-ல் கதிர் வீச்சாக மாற்றபபடும் அளவு. எடுத்துக் காட்டு: டங்ஸ்டன் இழை விளக்கின் பெரும அளவு M = 680 லூமென்/வாட்]

ஆகவே τ அலை நீளத்தில் கிடைக்கும் பயனுறுதிறன் = ηM. இதில் η என்பது பின்னமாகும்.

முழு ஆற்றலில் காட்சிப் பயன் (visual effect) தரும் ஒளியாக மாற்றப்பட்டதின் அளவு

$$= \int_{\tau_1}^{\tau_2} M\eta \times E \cdot d\tau. \qquad \ldots \quad (4\text{-}26)$$

எல்லா அலைநீளங்களில் கிடைக்கும் மொத்தக் கதிர் வீச்சு ஆற்றல்,

$$= \int_0^{\infty} E \cdot \delta\tau.$$

ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறன்

$$= \frac{M \int_{\tau_1}^{\tau_2} E \cdot \eta \cdot \delta\tau}{\int_0^{\infty} E \cdot \delta\tau} \qquad \ldots \quad (4\text{-}27)$$

$$= M \times \frac{B \text{ என்ற வளைகோட்டுப் பரப்பு}}{S \text{ என்ற வளைகோட்டுப் பரப்பு}}$$

$$= \frac{\text{காட்சிப் பயன்தரும் ஒளிப்பாய்வு (luminous flux)}}{\text{எல்லா அலை நீளங்களில் கிடைக்கும் மொத்தக் கதிர் வீச்சுப் பாய்வு (radiant flux)}} \quad \ldots \quad (4\text{-}28)$$

காட்சிப் பயன்தரும் ஒளியாற்றலுக்கும் (luminous flux), எல்லா அலைநீளங்களில் கிடைக்கும் மொத்தக் கதிர்வீச்சு ஆற்றலுக்கும் (radiant flux) உள்ள விகிதமே ஒளிவிளக்கப் பயனுறு திறனாகும்.

இதனையே ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயின் கதிர் வீச்சுப் பயனுறு திறன் (radiant efficiency of a source of light) என்றும் கூறுவர்.

கதிர் வீச்சுப் பயனுறுதிறன்

$$= \frac{\text{ஒளிவகையில் கதிர் வீசப்பட்ட ஆற்றல்}}{\text{ஒளித் தோற்றுவாயினால் கதிர்வீசப்பட்ட மொத்த ஆற்றல்}} \quad \ldots \quad (4\text{-}29)$$

அதாவது $\left[\frac{\text{Energy radiated in the form of light}}{\text{Total energy radiated by a source of light}}\right]$

4-4. ஒளி விளக்க விதிகள் (Laws of Illumination)

புள்ளி அளவான ஒரே சீரான ஒரு தோற்றுவாயினால் (source), ஒரு சிறிய மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்கம், அத் தோற்றுவாயின் ஒளிச் செறிவையும், அதிலிருந்து மேற்பரப்பினது தூரத்தையும், படு கோணத்தையும் பொறுத்திருக்கும்.

4-4-1. ஒளி விளக்க முதல் விதி

ஒளி விளக்கமானது, தோற்றுவாயின் செறிவுக்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது.

"I" வத்தித்திறன் செறிவுடைய ஒரு புள்ளி ஒளித் தோற்றுவாய் "ω" திண்மக் கோணத்தில் ωI லூமென்களை வெளிவிடும். இப் புள்ளியொளித் தோற்றுவாயிலிருந்து 'r' மீட்டர்கள் தூரத்தில் உள்ள ஒரு சிறிய பகுதியின் பரப்பு ωr^2. அப் பரப்பின் ஒளி விளக்கம் E என்றால்,

$$E = \frac{\text{லூமென்கள்}}{\text{பரப்பு}} = \frac{\omega I}{\omega r^2} = \frac{I}{r^2} \quad \ldots \quad (4\text{-}30)$$

புள்ளியொளித் தோற்றுவாயின் வத்தித்திறனை இரு மடங்காக்கினால், அதே r மீட்டர்கள் தூரத்தில் உள்ள அந்தச் சிறு பகுதிப் பரப்பின் ஒளி விளக்கமும் இரு மடங்காகும். அதாவது $E \propto I$.

4-4-2. எதிர் இரு மடி விதி (Inverse Square Law)

ஒரு சிறிய மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்கம் அந்த மேற்பரப்பிலிருந்து புள்ளியொளித் தோற்றுவாய் இருக்கும் தூரத்தின் இருமடிக்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். இதுவே, எதிர் இருமடி விதியாகும்.

4-4-2-1. ஊகங்கள் (Assumptions)

(1) ஒளித் தோற்றுவாய் புள்ளி அளவானதாகவும், ஒரே சீரானதாகவும் இருக்க வேண்டும். அல்லது குறிப்பிட்ட மேற்பரப்பினது தூரம், தோற்றுவாயின் அளவோடு ஒப்பிட்டு நோக்கும்பொழுது மிக அதிகமாக இருந்தால் இத் தோற்றுவாயைப் புள்ளியளவான தோற்றுவாயாகக் கொள்ளலாம்.

(2) தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் கதிர்கள், மேற்பரப்பின் மீது படும்பொழுது அப் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக இருக்க வேண்டும். அதாவது இப் பரப்பு கோளத்தினது மேற்பரப்பின் ஒரு பகுதியாகத்தான் இருக்க வேண்டும். அல்லது தோற்றுவாய்க்கும், மேற்பரப்புக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் மிக அதிகமாய் இருந்தால் இந்த மேற்பரப்பை ஒரு சமதளப் பரப்பாகக் கொள்ளலாம்.

(3) வெளித் தோற்றுவாயிலிருந்து வெளிப்படும் எல்லா ஒளிப்பாய்வுகளும், தோற்றுவாய்க்கும், குறிப்பிட்ட தூரத்தில் உள்ள பொருளின் மேற்பரப்புக்கும் இடையேயுள்ள ஊடகத்தில் உட்கவர்தல், ஒளி விலகல் முறைகளினால் அழிவுறாமல் அப்படியே அப் பரப்பின் மீது விழுவதாகக் கொள்கிறோம்.

4-4-2-2. எதிர் இருமடி விதியின் விளக்கம்

படம் 4-12-(அ)-ல் காட்டியபடி S என்ற ஒரு புள்ளியொளித் தோற்றுவாயின் செறிவு I எனவும், திண்மக் கோணம் 'ω' எனவும் கொள்வோம்.

'ω' திண்மக் கோணத்தில் உள்ள மொத்த ஒளிப்பரப்பு $= I\omega$

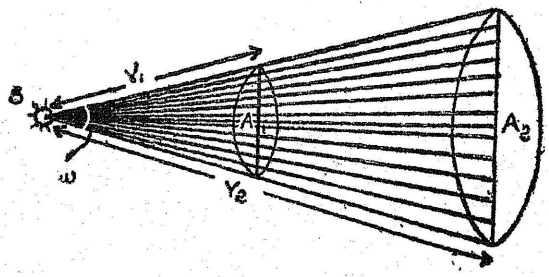
r_1 ஆரமுள்ள A_1-ன் பரப்பு $= r_1^2\,\omega$

r_2 ஆரமுள்ள A_2-ன் பரப்பு $= r_2^2\,\omega$

மேற்பரப்பு A_2-ன் ஒளி விளக்கம் $E_1 = \frac{I\ \omega}{r_1^2\ \omega} = \frac{I}{r_1^2}$

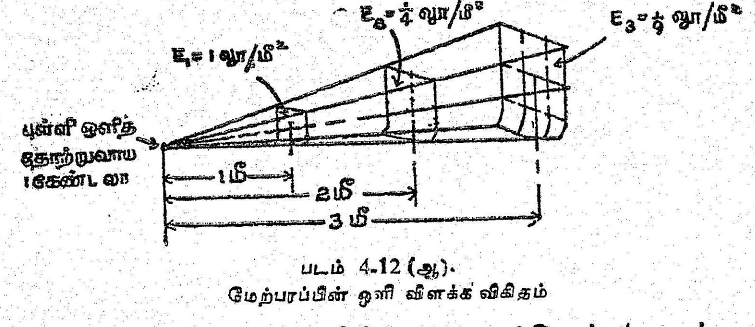
மேற்பரப்பு A_2-ன் ஒளி விளக்கம் $E_2 = \frac{I}{r_2^2}$

$$\because \frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{I}{r_2^2}}{\frac{I}{r_1^2}} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \qquad \ldots \quad (4\text{-}31)$$



படம் 4-12 (அ).
எதிர் இருமடி விதியின் விளக்கம்

அதாவது ஒரு வத்தித் திறன் செறிவுடைய புள்ளியொளித் தோற்றுவாய் 'ω' திண்மக் கோணத்தில், ஒரு மீட்டர் தூரத்தில் உள்ள மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்கம் ஒரு மீட்டர் வத்தித் திறனாகும். இந்தத் தூரத்தை 2 மீட்டராக அதே திண்மக்கோணத்தில் அதிகரித்தால், உண்டாகும் மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்கம் $\frac{1}{4}$ மீட்டர்-வத்தித்திறனாகும். 2 மீட்டர் தூரத்தில உள்ள பகுதியின் பரப்பு, ஒரு



படம் 4-12 (ஆ).
மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்க விகிதம்

மீட்டர் தூரத்தில் உள்ள பகுதியின் பரப்பைப்போல் 4 மடங்காக இருப்பதால், தோற்றுவாயினின்று வெளிப்படும் நிலையான

மொத்த ஒளிப் பாய்வு. நான்கு மடங்கு பரப்புக் கொண்ட பகுதியில் படம் 4-12-(ஆ)வில் உள்ளபடி பரவி விரவுவதே, இப் பகுதியின் ஒளிவிளக்கக் குறைவுக்குக் காரணமாகும். அதாவது ஒளித் தோற்றுவாய்க்கும், மேற்பரப்புக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் அதிக மாக அதிகமாக, ஒளிவிளக்கம் தூரத்தின் இருமடி விகிதத்தில் குறைந்துகொண்டே வரும். படம் 4-12 (ஆ) இதனைத் தெளிவு படுத்துகிறது.

எனவே செங்குத்துத் தளத்தின் (normal plane) ஒளிவிளக்கம்

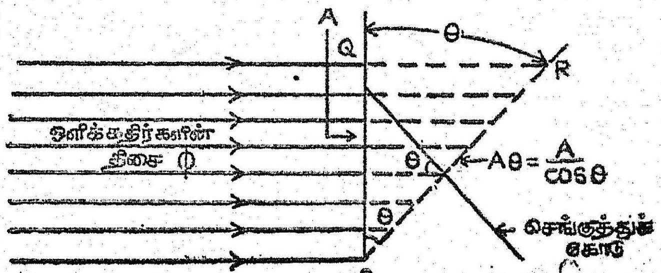
$$(\text{லூமென்கள்/ச.மீ} = \frac{\text{ஒளிச்செறிவு (வத்தித் திறன்கள்)}}{\text{தூரம் (மீட்டர்கள்)}}$$

$$\therefore \quad E_n = \frac{I}{r^2}.$$

4-4-3. கொசைன் விதி (Cosine Law)

ஒரு தளம் ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளிக் கற்றைக் குச் செங்குத்தாக இராமல், சாய் தன்மையுடையதாக இருந்தால், அத் தளத்தின் ஒளிவிளக்கமானது படுகோணத்தின் கொசை னுக்கு (cosine of the angle of inclination) நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

(படுகோணம் என்பது படு ஒளிக் கதிர்களின் திசைக்கும், படுகைப் புள்ளியில் படு தளத்திற்கு வரையப்படும் செங்குத்துக் கோட்டிற்கும் இடையேயுள்ள கோணம்.)



படம் 4-13.

செங்குத்துத் தளத்தில் ஒளி விளக்கம்

படம் 4-13-ல் காட்டியபடி PQ என்னும் செங்குத்துத் தளத்தின் பரப்பு A எனவும், PR என்னும் சாய்வுத் தளத்தின் பரப்பு A_θ

எனவும், இவற்றிற்கு இடையேயுள்ள கோணம் θ எனவும் கொள்வோம். ϕ அளவுள்ள மொத்த ஒளிப்பாய்வு செங்குத்துத் தளத்தில் விழுந்தால், செங்குத்துத் தளத்தின் ஒளிவிளக்கம் $E_n = \frac{\phi}{A}$. இந்த 'ϕ' அளவுள்ள ஒளிப்பாய்வு சாய்வு தளத்தில் விழுந்தால், சாய்வு தளத்தின் ஒளிவிளக்கம் $E = \frac{\phi}{A_\theta}$.

$$E = \frac{\phi}{A/\cos\theta} = \frac{\phi}{A}\cdot\cos\theta = E_n \cos\theta.$$

எனவே, ஒரு தளம், தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளிக் கற்றைக்குச் செங்குத்தாக இராமல், சாய் தன்மையுடையதாக இருந்தால் சாய்தன்மை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, அந்தப் பரப்பின் ஒளிவிளக்கமும் குறையும். இதை லாம்பர்ட்டின் கொசைன் விதி (Lambert's cosine law) என்கிறோம்.

தொகுத்துக் கூறினால், I வத்தித் திறனுடைய ஓரொளித் தோற்றுவாயினால், r மீட்டர்கள் தூரத்தில் θ படுகோணத்தில் உண்டாகும் ஒளிவிளக்கம்

$$E = \frac{I\cos\theta}{r^2} \text{ மீட்டர் வத்திகளாகும்.} \qquad \ldots \quad (4\text{-}32)$$

4-5. போலார் வளைகோடு

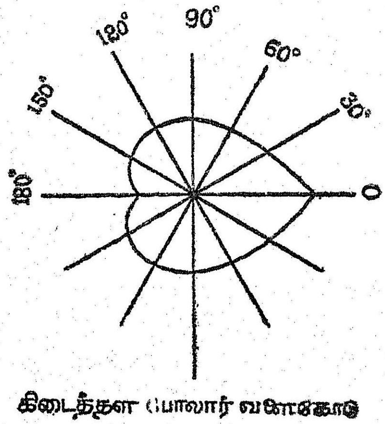
அநேகமாக எல்லா விளக்குகளில் அவற்றின் ஒளிச் செறிவு எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. விளக்கின் வடிவம், விளக்குப் பொருத்தியின் வகை ஆகியவற்றினைப் பொறுத்து வெவ்வேறு கோண திசையில், அதன் ஒளிச் செறிவு மாறுபட்டிருக்கும்.

ஒரு விளக்கின் அச்சிற்குச் சமச்சீராக இருக்கின்ற, அந்த விளக்கினது ஒளிச்செறிவினை அதன் அச்சின் வழியாகச் செல்லுகின்ற தளத்தில் மட்டும் கண்டுபிடித்தால் போதும். விளக்கினையோ அல்லது ஒளித்தோற்றுவாயினையோ, மூலமாகவும் (origin) ஒளிச்செறிவினைச் சுற்றுமாரமாகவும் (radius vector) கொண்டு, போலார் அச்சுத் தொலைகளில் (polar co-ordinates) ஒரு வரிக் கோடு வரைதல் வழக்கம். இதுவே, போலார் வளைகோடு (polar curve) என வழங்கப்படுகின்றது. பொறியியல் வரைபடத்தில் (engineering drawing), ஒரு பொருளின் மூவகைக் காட்சிகளாகிய

கிடைப்படம் (plan), முன் நிலைப்படம் (front elevation), பக்க நிலைப்படம் (side elevation) ஆகிய மூன்று அளவுப் படங்களின் மூலம் அப் பொருளைப் பற்றிய முழு விவரத்தையும் அறிந்துகொள்கிறோம். அதேபோல் ஒளி விளக்கின் ஒளிப்பங்கீட்டினை அறிந்து கொள்ள இரு வகையான போலார் வளை கோடுகள் தேவை. அவைகளாவன : (i) கிடைத்தள போலார் வளைகோடு (polar curve for horizontal plane). இஃது ஒரு பொருளின் கிடைப்படத்தினை வரைவதற்கு இணையானது. (ii) நிலைக்குத்துத்தள போலார் வளை கோடு (polar curve for vertical plane) : இஃது ஒரு பொருளின் நிலைப்படத்தினை வரைவதற்கு ஒப்பானது.

4-5-1. கிடைத்தள போலார் வளைகோடு

இந்த வளைகோடு, ஓர் ஒளித்தோற்றுவாயின் நிலைக்குத்து அச்சு வழியாகச் செல்லுகின்ற கிடைத்தளத்தில் வெவ்வேறு கோணதிசையில் கிடைக்கும், அத் தோற்றுவாயினது வத்தித் திறனின் அளவினைக் குறிக்கும். அதாவது ஓர் ஒளித்தோற்றுவாயின் நிலைக்குத்து வழியாகச் செல்கின்ற கிடைத்தளத்தில் உள்ள 360° கோணத்தினைச் சமமான வட்டக் கோணப் பகுதிகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு கோண திசையில் கிடைக்கும் வத்தித்திறன் அளவினைக் குறிக்க வேண்டும். இங்ஙனம் வெவ்வேறு கோண திசையில் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகளை, வளைகோட்டின் மூலம் இணைத்தால், உண்டாகும் வரைபடமே, கிடைத்தள போலார் வளைகோடாகும் (படம் 4-14).

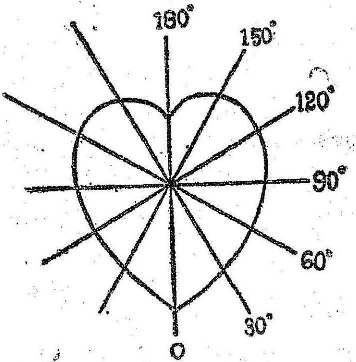


படம் 4-14.
கிடைத்தள போலார் வளைகோடு

4-5-2. நிலைக்குத்துத்தள போலார் வளைகோடு

ஓர் ஒளித்தோற்றுவாயின் நிலைக்குத்துத் தளத்தில், அத் தோற்றுவாயின் கிடைத்தள அச்சு வழியாகச் செல்லுகின்ற வெவ்வேறு கோணதிசையில், கிடைக்கும் அந்தத் தோற்று வாயினது வத்தித்திறனின் அளவினை வெவ்வேறு புள்ளிகளாய்

குறித்து, அப் புள்ளிகளை ஒன்று சேர்த்தால், நிலைக்குத்துத்தள வளைகோடு கிடைக்கும்.



படம் 4-15.
பின்னிழை விளக்கின் போலார் வளைகோடுகள்

ஒரு சாதாரண பின்னிழை விளக்கின் போலார் வளைகோடுகள் படம் 4-15-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

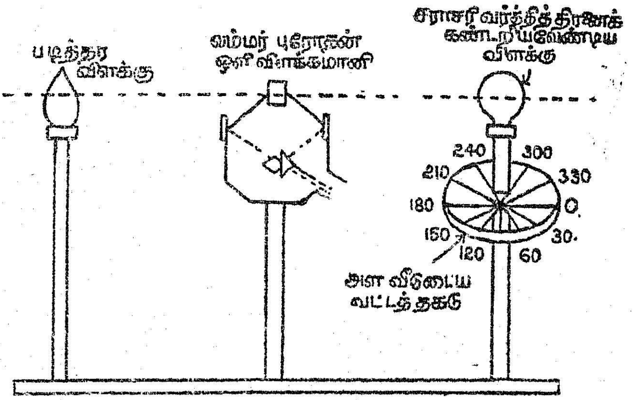
போலார் வளைகோடுகளைப் பயன்படுத்தி, சராசரி கிடைத்தள வத்தித்திறன் (M. H. C. P.), கோளச் சராசரி வத்தித்திறன் (M.S.C.P.), அரைக்கோளச் சராசரி வத்தித்திறன் (M.H.S.C.P.) ஆகியவற்றினைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

4-5-3. சராசரி வத்தித்திறனைக் கண்டுபிடிக்கும் விதம்

லம்மர் புரோதன் ஒளி விளக்கமானியைக் கொண்டு ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயின சராசரி கிடைத்தள வத்திததிறனைச் செய்முறையில் கண்டறியலாம். சராசரி கிடைத்தள வத்தித்திறனைக் கண்டறிய வேண்டிய விளக்கினை ஒளிமானியின் விசிப்பலகையின் (photometric bench) மீதுள்ள அதன் தாங்கியின்மீது படம் 4-16 (அ)-ல் காட்டியவாறு பொருத்த வேண்டும். விளக்கினைச் சுமந்திருக்கும் (lamp carriage) பகுதி, விளக்கின் நிலைக்குத்து அச்சு வழியாகக் கிடைத்தளத்தில் சுழற்றும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. விளக்கினைச் சுமக்கும் அடிப்பகுதியில் உள்ள வட்டத்தகடு (disc) கோணங்களால் அளவிடு செய்யப்பட்டுள்ளது.

லம்மர் புரோதன் ஒளி விளக்கமானி, படித்தர விளக்கு ஆகியவற்றினைக் கொண்டு, விசிப்பலகையின விளக்கினது

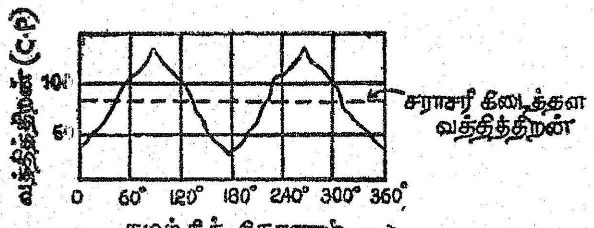
நிலைக்குத்து அச்சு வழியாகச் சுற்றுவதன் மூலம், கிடைத்தளத்தின் சுழிமதிப்புக் கோணத்தில் ஆரம்பித்து, ஒவ்வொரு 30° கோண வீதம் இடப்பெயர்ச்சி செய்து, விளக்கின் வத்தித்திறனைப் பல



படம் 4-16 (அ)

விளக்கின் சராசரி வத்தித் திறனைக் கண்டுபிடிக்கும் விதம்

திசைகளில் கண்டுபிடிக்கலாம். கோணத்தினை X அச்சிலும் வத்தித்திறனை Y அச்சிலும் கொண்டு, கோண திசைக்கும் விளக்கின் வத்தித்திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பினைக் காட்டும் வரைபடம் ஒன்று வரைந்தால், அந்த வரைபடம் படம் 4-16-(ஆ)-ல் காட்டியுள்ளதைப்போல் இருக்கும். இந்த வளைகோட்டின் அடிப்



படம் 4-16 (ஆ)

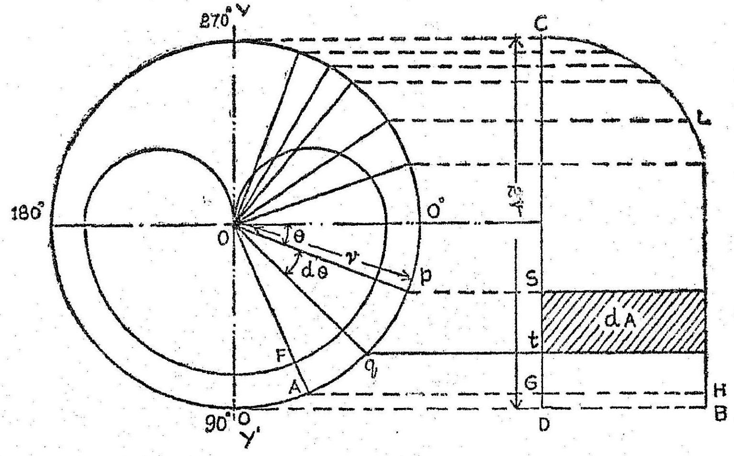
கோணதிசைக்கும், வத்தித்திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பு

பாகத்தைச் சமமானச் சிறு துண்டுப் பகுதிகளாகப் பிரித்து, அச் சிறு துண்டுகளுக்கு இணையான வத்தித்திறன் அளவுகளைக் கூட்டி, சிறு துண்டுகளின் எண்ணிக்கையால் வகுத்தால், அந்த விளக்கின் சராசரி கிடைத்தள வத்தித் திறன் கிடைக்கும். கோளச் சராசரி வத்தித் திறனும், அரை கோளச் சராசரி வத்தித் திறனும்

நிலைக்குத்துத்தள போலார் வளைகோட்டிலிருந்து ரவுஸ்ஸி அமைப்பு (Rousseau's construction) மூலம் கண்டறியலாம்.

4-5-4. ரவுஸ்ஸி அமைப்பு

நிலைக்குத்துத்தள போலார் வளைகோடு YOY' அச்சுக்கு இரு தட்டை வட்டுகள் (lobes) சமச்சீராக அமைந்திருப்பதாகக் கொள்வோம். படம் 4-17-ல் காட்டியபடி O ஐ மையமாகக் கொண்டு,



படம் 4-17.
ரவுஸ்ஸின் அமைப்பு (Rousseau's construction)

ஏதேனும் ஓரளவு ($OA = r$) ஆரமுடைய ஒரு வட்டம் வரை. YOY' என்ற செங்குத்துக்கோடு அந்த வட்டத்தின் விட்டத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்படி அமைக்கவும் OP என்ற நேர்கோடு, OX-க்கு, 'θ' கோணத்தில் இருக்கும்படி வரை. கோணம் $poq = d\theta$ ஆக இருக்கும்படி oq என்ற மற்றொரு கோட்டினை வரை OFA என்ற ஏதேனும் ஒரு நேர்கோட்டினை வரைந்தால், அந்தக் கோடு போலார் வளைகோட்டை F என்ற புள்ளியிலும், வட்டத்தை A என்ற புள்ளியிலும் தொடும். A என்ற புள்ளியை, YOY'-க்கு இணையாக வரையப்பட்ட CD என்ற நேர்கோட்டின் மீது வீழ்த்து (project). அங்ஙனம் வீழ்த்தப்பட்ட புள்ளியை G எனக் குறிப்பிடு. G என்ற புள்ளியில் GH நிலைத்தூரத்தை (ordinate) OF-க்குச் சமமாக இருக்கும்படி அமை. இப்படியாகப் போலார் வளைகோட்டில் உள்ள எல்லாப் புள்ளிகளையும் வீழ்த்தி அமைத்துக்கொண்டே வந்தால் $CGDBHLC$ என்ற வளைகோடு கிடைக்கும். இந்த $CGDBHLC$ என்ற வளைகோட்டின் சராசரி நிலைத்தூரமே (ordinate) கோளச் சராசரி வத்தித் திறனாகும்.

மெய்ப்பித்தல் (Proof)

θ என்னும் கோணத்தில் ஒளிவிளக்கச் செறிவு I எனக் கொள்வோம். $d\theta$ என்ற நுண்கோண (differential angle) வட்டப் பரிதியில் pq அகலமுள்ள சிறு துண்டுப் பகுதியினை உண்டாக்கும் இப் பகுதியினை yoy' அச்சு வழியாகச் சுழற்று. இந்தச் சுழற்சியினால் ஏற்படும் கோள மண்டலத்தின் (zone of sphere பரப்பு $2\pi(r\cos\theta)(r\,d\theta)$. ஏனெனில் கிடைத்தளத்தில் காந்த நுண் மண்டலப் பகுதியின் ஆரம் $r\cos\theta$, இதன் அகலம் $rd\theta$ ஆகும். இந்த நுண் மண்டலப்பகுதி O என்ற புள்ளியில் தாங்கும்.

$$\text{திண்மக் கோணம்} = \frac{2\pi r^2\cos\theta\,d\theta}{r^2}$$

$$= 2\pi\cos\theta.\,d\theta \qquad \ldots \quad (4\text{-}33)$$

இந்த நுண் மண்டலப் பகுதியில் விழும் ஒளிப்பாயம் = ஒளி விளக்கச் செறிவு × திண்மக் கோணம்.

$$= I \times 2\pi\cos\theta\,d\theta \qquad \ldots \quad (4\text{-}34)$$

ஒளித்தோற்றுவாயினால் வெளிவிடப்படும் மொத்த ஒளிப்பாயம்

$$\phi = \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} 2\pi I\cos\theta.\,d\theta \qquad \ldots \quad (4\text{-}35)$$

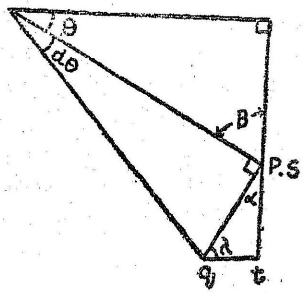
ஒளிச் செறிவு I, கோணம் θ வினைச் சார்ந்திருப்பதால், மேற் குறித்த தொகையினை (integral) அவ்வளவு எளிதாகக் கணக்கிட இயலாது.

$$\text{ஆனால், கோளச் சராசரி வத்தித்திறன்} = \frac{\phi}{4\pi}$$

$$\frac{\phi}{4\pi} = \frac{2\pi}{4\pi}\int_{-\pi/2}^{+\pi/2} I\cos\theta.\,d\theta$$

$$= \frac{1}{2}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} I\cos\theta.\,d\theta \qquad \ldots \quad (4\text{-}36)$$

DHLC என்ற ரவுஸ்லி அமைப்பின் வளைகோட்டினை வட்டத்திற்கு அருகில் கொணர்ந்து, '*P*' என்ற வட்டப்பரிதி புள்ளியும் '*S*' என்ற ரவுஸ்லி வளை கோட்டுப் புள்ளியும் ஒன்றாக இருக்கும்படி அமைத்தால், படம் 4-18-ல் காட்டிய அமைப்புக் கிடைக்கும்.



படம் 4-'8.
வட்டப்பரிதிப் புள்ளியும், ரவுஸ்லி வளைகோட்டுப் புள்ளியும் ஒன்றாக இருக்கும் அமைப்பு

$Pq = Sq$ (∵ *P* என்ற புள்ளியும் *S* என்ற புள்ளியும் ஒன்று)

$$\alpha + \beta = 90 = \beta + \theta$$

$$\therefore \alpha = \theta$$

ஆகவே ரவுஸ்லி வளைகோட்டின் சிறு துண்டுப் பகுதியின் களம் $St = Pq \cos \alpha = Pq \cos \theta$

$$= (rd\,\theta) \cos \theta. \qquad \dots \quad (4\text{-}37)$$

இச் சிறு பகுதியின் பரப்பு $d_A = St \times I$

$$= r \cos \theta \cdot d\theta \cdot I$$

ரவுஸ்லி வளைகோட்டின் மொத்தப் பரப்பு

$$= \int_{-\pi/2}^{\pi/2} Ir \cos \theta \cdot d\,\theta. \qquad \dots \quad (4\text{-}38)$$

ரவுஸ்லி வளைகோட்டின் சராசரி உயரம்

$$= \frac{\text{பரப்பு}}{\text{அடிப்பக்கம்}} = \frac{\int_{-\pi/2}^{\pi/2} Ir \cos \theta \cdot d\,\theta.}{2r}$$

$$= \frac{1}{2r} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} Ir \cos \theta \cdot d\theta. \qquad \dots \quad (4\text{-}39)$$

ரவுஸ்லி வளைகோட்டின் சராசரி $\Big\} = \dfrac{1}{2} \displaystyle\int_{-\pi/2}^{\pi/2} I \cos \theta \cdot d\theta.$ ... (4-40)

சமன்பாடு 4-40-ஐ, சமன்பாடு 4-36-உடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் ரவுஸ்ஸி வளைகோட்டின் சராசரி உயரத்தின் அளவே கோளச் சராசரி வத்தித் திறன் என்பது புலனாகும். ரவுஸ்ஸி அமைப்பின் கீழ்ப் பகுதியினைப் பயன்படுத்தி அதே கோளச் சராசரி வத்தித் திறனைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ரவுஸ்ஸி அமைப்பு வளைகோட்டின் பரப்பினை, வரைபடத் தாளில் (graph paper) வரைந்தோ அல்லது சிம்சன் விதியினைப் (Simpson's rule) பயன்படுத்தியோ கண்டறியலாம்.

சிம்சன் விதி: அடிப் பக்கத்தினை இரட்டைப்படை எண்ணிக்கையில் சம பாகங்களாகப் பிரித்து நிலைத் தூரங்களை நிறுவ வேண்டும். அப்படிக் கிடைக்கும் நிலைத் தூரங்களின் எண்ணிக்கை ஒற்றைப்படையாய் இருக்கும். சிம்சன் விதிப்படி வளைகோட்டின் பரப்பு

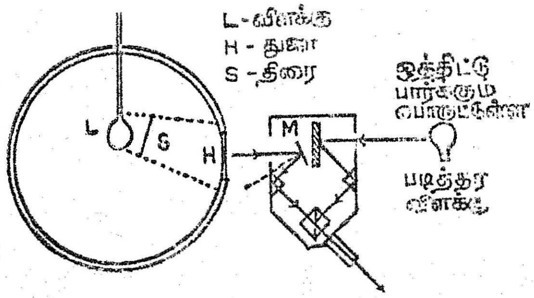
$$= \frac{h}{3}\Big[y_1 + y_n + 2\,(y_3 + y_5 + y_7 + \ldots\ldots) + 4\,(y_2 + y_4 + y_6 + \ldots\ldots)\Big] \quad \ldots \quad (4\text{-}41)$$

இதில் $y_1, y_2 \ldots$ முதலியன, வெவ்வேறு நிலைத் தூரங்களின் உயரத்தினைக் குறிக்கும். h என்பது சம பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்ட ஒரு பாகப் பகுதியின் அகலம் ஆகும்.

4-5-5. கோளச் சராசரி வத்தித் திறனைக் கண்டுபிடித்தல்

ஒரு முழுமைப் படுத்தும் கோளப் பரப்பினுள் (integrating sphere), ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயினை வைத்து, கோளச் சராசரி வத்தித் திறனைச் செய்முறையில் கண்டுபிடிக்கலாம். உல்பிரிச்ட் கோளம் (Ulbricht globe) என்பது படம் 4-19-ல் காட்டியபடி ஒரு வகை முழுமைப் படுத்தும் உள்ளீடற்ற கோளப் பரப்பாகும். இதன் உட்பரப்பு வெண்மையான ஒளியைப் பரவி விரவச் செய்யும். பரப்பாக இருக்குமாறு நிறம் பூசப்பட்டுள்ளது. விளக்கினது கோளச் சராசரி வத்தித் திறனுக்குச் சமமான ஒளிச்செறிவினையுடைய, ஒரே சீரான, புள்ளி அளவான ஒரு தோற்றுவாயை அக் கோளத்தின் மையத்தில் வைத்திருப்பதைப் போன்று கோளத்தின் உட்பரப்பு ஒளியூட்டப் பெறுகின்றது. கோளத்தின் விட்டம், கோளத்தினுள் பொருத்தப்பட்ட L என்ற விளக்கின் நீளத்தைப் போல் $4\frac{1}{2}$ மடங்குக்குக் குறையாமல் இருக்க வேண்டும். இக் கோளத்தில் உள்ள H என்ற ஒரு சிறிய துளையின் விட்டம், கோண விட்டத்தின் $\frac{1}{3}$ பங்குக்கும் மிகையாகாமல் இருக்கும்படி

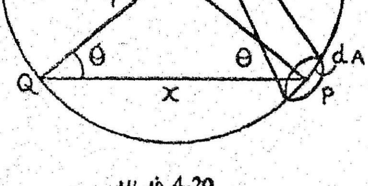
அமைக்க வேண்டும். இத் துளையின் வழியாக ஒளிவிளக்க அளவுகள் கண்டறியப்படுகின்றன. L என்னும் விளக்கிலின்று ஒளி நேராக H என்ற சிறு துளையை அடையாமல், இவற்றிற்கிடையே,



படம் 4-19.
உல்பிரிச்ட் கோளமும் ஒளிவிளக்க மானியின் தலைமைக் கருவியும்
(Ulbricht globe and photometer head)

பொருத்தப்பட்டுள்ள S என்னும் திரை தடுக்கின்றது. ஆகவே எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளியினைத்தான் இத் துளை வழியாகக் கண்டறிய முடியும். மேலும் H-லுள்ள ஒளிவிளக்கம் L என்ற விளக்கத்தின் கோளச் சராசரி வத்தித் திறனுக்கு நேர்விகிதத்தில்திதான் இருக்கும்.

மெய்ப்பித்தல் (Proof): படம் 4–20-ல் குறிப்பிட்டுள்ள O என்பது கோளத்தின் மையம். கோளத்தின் மேற்பரப்பில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளியாகிய P-யைச் சுற்றி d_A என்ற சிறிய பரப்பு இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்த d_A என்ற சிறிய பரப்பின்மீது விழும் ஒளிப் பாயத்தின் அளவு $d\phi$ எனக் கொள்வோம். இந்த ஒளிப்பாயம், பின்புறமாக PQ என்ற திசையில் எதிரொளிக்கப்படும். கோள உட்புறப் பரப்பின் ஒளி திருப்புத் திறன் k எனக் கொண்டால், எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளிபபாயத்தின் அளவு $k \cdot d\phi$ ஆகும் (மேற்பரப்பின் ஒளி திருப்புத் திறன் 0·6-லிருந்து 0·7 வரை இருக்கும். ஆகவே,



படம் 4·20.
கோளச் சராசரி வத்தித் திறனைக் காணல்

Q என்ற புள்ளியில், PQ வழியாகச் செல்லும் வடு கதிரினுல் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$$= \frac{k \cdot d\phi}{x^2} \cdot \cos\theta \qquad \ldots \quad (4\text{-}42)$$

ஆனல் Q என்ற புள்ளியின் செங்குத்துக் கோடு QO வழியாகச் செல்வதால் Q என்ற புள்ளியில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம்

$$= \left(\frac{k\, d\phi}{x^2} \cdot \cos\theta\right) \times \cos\theta$$

$$= \frac{k\, d\phi}{x^2} \cos^2\theta$$

$$= \frac{k \cdot d\phi}{x^2} \cdot \frac{x^2}{4\, r^2} \left(\because \ \cos\theta = \frac{x/2}{r}\right)$$

$$= \frac{k\, d\phi}{4\, r^2} = \text{மாறிலி.} \qquad \ldots \quad (4\text{-}43)$$

ஆகவே Q போன்ற ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில், d_A என்ற சிறு பரப்பினுல் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம் மாருத நிலையெண்ணுக உள்ளது. இதுபோல் கோளத்தின் உட்புறப் பரப்பில உள்ள எல்லாச் சிறு பரப்புகளினுல், இந்தப் புள்ளியில் கிடைக்கும் மொத்த ஒளிவிளக்கமானது ஒளித் தோற்றுவாயின் கோளச் சராசரி வத்தித் திறனுக்கு நேர் விகிதத்தில இருக்கும். அதாவது முழுமைப்படுத்தும் கோளப் பரப்பில் உள்ள சிறு துளையில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கத்தினை அளப்பதன் மூலம், ஒளித் தோற்றுவாயின் கோளச் சராசரி வத்தித் திறனைக் கண்டறியலாம். எனினும், தெரிந்த ஒரு படித்தர விளக்கைக் கொண்டு கோளத்தைத் தரப்படுத்துவதுதான் வழக்கம்.

எடுத்துக்காட்டு 4-1.

ஒரு 100 வாட் மின்திறன் கொண்ட மின் இழை விளக்கின் ஒளிப்பாயம் 1240 லூமென்கள் என்ருல், அதன் பயனுறு திறனையும், சராசரி கோள (mean spherical) வத்தித் திறனையும் கண்டு பிடிக்கவும்.

$$\text{விளக்கின் பயனுறு திறன்} = \frac{1240}{100} = 12{\cdot}4 \text{ லூமென்/வாட்}$$

$$\text{சராசரி கோள வத்தித் திறன்} = \frac{1240}{4\pi} = 98{\cdot}64.$$

எடுத்துக்காட்டு 4-2.

ஒரு விளக்கின் வத்தித் திறன் 100. ஒரு சமதளப் பரப்பினை (plane surface) இந்த விளக்கிலிருந்து 2·5 மீட்டர் தூரத்தில் கீழ்க்கண்ட முறையில் வைத்தால் அந்தப் பரப்பின் மீது உண்டாகும் ஒளி விளககத்தினைக் கணக்கிடுக.

(i) ஒளிக் கதிர்களுக்குச் செங்குத்தாகப் பரப்பினை இருக்கும்படி வைத்தல்.

(ii) ஒளிக் கதிர்களுக்கு 60° படு கோணத்தில் பரப்பினை இருக்கும்படி வைத்தல்.

(i) பரப்பு ஒளிக் கதிர்களுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும் பொழுது அப் பரப்பின் மீது ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$$E = \frac{CP}{d^2} \cos \theta.$$

$$= \frac{100}{(2 \cdot 5)^2} \times 1 = 16 \text{ லக்ஸ்.}$$

(ii) பரப்பு ஒளிக் கதிர்களுக்கு 60° கோணத்தில் வைத்தால் அப் பரப்பில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம் $E = \frac{CP}{d^2} \cos \theta$

$$= \frac{100}{(2 \cdot 5)^2} \times \cos 60°.$$

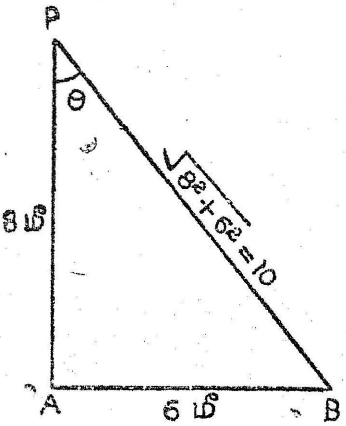
$$= 8 \text{ லக்ஸ்}$$

(iii) ஒளிக் கதிர்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பரப்பிற்கு இணையாக இருப்பதால், ஒளி விளக்கம் ஏற்படாது. ஆகவே, இந்த நிலையில் பரப்பின்மீது ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தின் அளவு சுழி மதிப்பாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 4-3.

200 வாட்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கின் பயனுறுதிறன் 0·8 வாட்/வத்தித் திறன். இந்த விளக்கினைத் தரை மட்டத்திலிருந்து 8 மீட்டர் உயரத்தில் தொங்கவிட்டால், (அ) அந்த விளக்கின் நேர் அடிப் பாகத்திலும், (ஆ) அந்த விளக்கின் நேரடிப்

பாகத்திலிருந்து 6 மீட்டர் தூரத்திலும் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கத்தினைக் கண்டுபிடிக்கவும். விளக்கின் உயரத்தை 8 மீட்டரிலிருந்து 12 மீட்டருக்கு உயர்த்தினால் மேற் குறித்த இரண்டு இடங்களிலும் உண்டாகும் புதிய ஒளி விளக்க அளவினைக் கணக்கிடுக. விளக்கின் ஒளி எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே சீராகப் பரவுவதாகக் கொள்வோம்.



படம் 4-21.
ஒளி விளக்கக் கண்டுபிடிப்பு

விளக்கின் வத்தித் திறன்

$$= \frac{200}{0 \cdot 8} = 250.$$

A என்ற புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$$E_A = \frac{250}{8^2} = 3 \cdot 905 \text{ லக்ஸ்.}$$

B என்ற புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம்

$$E_b = \frac{250}{10^2} \times \cos APB.$$

$$= 2 \cdot 5 \times 0 \cdot 8 = 2 \text{ லக்ஸ்.}$$

விளக்கின் உயரம் தரை மட்டத்திலிருந்து 12 மீட்டராக இருக்கும்பொழுது (i) *A* என்ற புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$$E_1 = \frac{250}{12^2} = 1 \cdot 736 \text{ லக்ஸ்}$$

(ii) *B* என்ற புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம்

$$E_1 = \frac{25υ}{(\sqrt{12^2 + 6^2})^2} \times \frac{8}{\sqrt{12^2 + 6^2}}$$

$$= \frac{250}{180} \times \frac{8}{\sqrt{180}}$$

$$= 0 \cdot 8281 \text{ லக்ஸ்.}$$

எடுத்துக்காட்டு 4-4.

(அ) ஒரு விளக்கு 200 அளவு வத்தித் திறன் கொண்ட ஒளியை எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே சீராக இருக்கும்படி பரவச் செய்கிறது. 8 மீட்டர் விட்டமுடைய வட்ட வடிவமான பரப்பிற்குமேல்

3 மீட்டர் உயரத்தில் இந்த விளக்குத் தொங்க விடப்பட்டிருந்தால், அந்தப் பரப்பின் (i) மையப் பகுதி (ii) வட்டமான நுனிப் பகுதி ஆகியவற்றில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தின் அளவு என்ன?

(ஆ) இந்த விளக்கு பிரதிபலிப்பு ஒன்றுடன் பொருத்தினால், மொத்த ஒளியில் 40 சதவீதந்தான் இந்த வட்டமான பரப்புப் பகுதியில் ஒரே சீராகப் பரவும் என்றால், மேற்கூறிய பகுதிகளில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தின் அளவினைக் கணக்கிடுக.

(இ) பிரதிபலிப்பு இல்லாதபோது, இந்த வட்டமான பரப்பில் ஏற்படும் சராசரி ஒளி விளக்கத்தினையும் கண்டுபிடி.

(அ) (i) விளக்கின் கோளச் சராசரி வத்தித் திறன் = 200. பிரதிபலிப்பு இல்லாதபோது வட்டப் பரப்பின் மையப் பகுதியில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம் $= \frac{CP}{d^2} \times \cos\theta$

$$= \frac{200}{3^2} \times 1 = 22{\cdot}2 \text{ லக்ஸ்.}$$

(ii) பிரதிபலிப்பு இல்லாதபோது வட்டப் பகுதியின் நுனிப் பகுதியில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம் $= \frac{CP}{d^2} \times \cos\theta$

$$= \frac{200}{5^2} \times 0{\cdot}6$$

$$= 4{\cdot}8 \text{ லக்ஸ்.}$$

(ஆ) எதிரொளிப்பு (Reflector) பொருத்தப்பட்டிருந்தால் மொத்த ஒளிப் பாய்வில் 40 சதவீதம் இந்த வட்டப் பகுதியில் எல்லாப் பாகங்களிலும் ஒரே சீராகப் பரவுவதால், இந்த வட்டப் பரப்பின் மையத்திலும், அதன் ஓரப் பகுதியிலும் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம் ஒரே அளவாக இருக்கும். ஆகவே, வட்டப் பரப்பில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$$= 0{\cdot}4 \times \frac{CP \times 4\pi}{\pi \times 4^2}$$

$$= \frac{0{\cdot}4 \times 200 \times 4\pi}{\pi \times 4^2}$$

$$= 20 \text{ லக்ஸ்.}$$

(இ) திண்மக் கோணம் $\omega = 2\pi\left(1 - \cos\frac{\theta}{2}\right)$

$$\theta = \cos^{-1}\frac{3}{5} = 53^\circ\ 8'.$$

$$\cos\frac{\theta}{2} = \cos 26^\circ\ 34' = 0{\cdot}8944$$

$$\omega = 2\pi\,(1 - 0{\cdot}8944)$$

$= 0{\cdot}6633$ ஸ்டெரேடியன்.

வட்டப் பகுதியின் சராசரி ஒளிவிளக்கம்

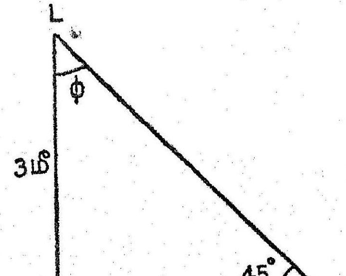
$$= \frac{C{\cdot}P \times \omega}{\pi \times 4^2}$$

$$= \frac{90 \times 0{\cdot}6633}{16\,\pi}$$

$= 1{\cdot}189$ லக்ஸ்.

எடுத்துக்காட்டு 4-5.

தரைமட்டத்திலிருந்து 3 மீட்டர் உயரத்தில் ஒரு விளக்கு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த விளக்கு செங்குத்துக் கோட்டுடன் ϕ கோணத்தில் எந்தத் திசையில் ஒளிக்கதிர் கீழ்நோக்கிச் சென்றால் அந்த விளக்கின் வத்திறன் 100 cos ϕ ஆகும்? தரைமட்டத்தில் விளக்கின் நேர் அடிப்பாகத்தில் P என்ற புள்ளியிலும், P யிலிருந்து 3 மீட்டர் தூரத்தில் Q என்ற புள்ளியிலும் எடுத்துக் கொண்டால் (அ) P, Q ஆகிய புள்ளிகளில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தினையும் (ஆ) விளக்கினின்று கீழ்நோக்கிச் செலுத்தப்பட்ட மொத்தக் கதிர்வீச்சு ஆற்றலினையும் கணக்கிடுக.



படம் 4-22.
ஒளி விளக்கமும் கதிர்வீச்சு ஆற்றலும்

L என்பது விளக்கொளித் தோற்றுவாயாகக் கொண்டால் LP வழியாகக் கிடைக்கும் வத்தித்திறன்

$$= 100 \times \cos\phi = 100$$

P என்ற புள்ளியின் ஒளிவிளக்கம்

$$= \frac{100}{3^2} = 11{\cdot}1 \text{ லக்ஸ்}$$

LQ வழியாகக் கிடைக்கும் வத்தித்திறன் $= 100 \cos 45^\circ$

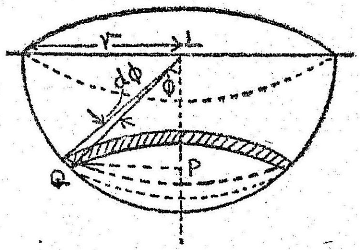
$$= 70 \cdot 7$$

Q என்ற புள்ளியின் ஒளி விளக்கம்

$$= \frac{70 \cdot 7}{LQ^2} \times \cos 45^\circ = \frac{70 \cdot 7}{\sqrt{(3^2+3^2)}} \times 0 \cdot 707$$

$$= \frac{50}{18} = \frac{25}{9} = 2 \cdot 78 \text{ லக்ஸ்}$$

(ஆ) ஒரு கற்பனை வடிவமான அரைக் கோளத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். அதன் ஆரம் r என்றும், அதன் மையத்தில், கொடுக்கப்பட்ட விளக்கு வைத்திருப்பதாகவும் கொள்வோம்.



படம் 4-23.

அரைக்கோளத்தின் மையத்தில் வைத்த விளக்கின் ஒளியூட்டம்

LQ வழியாகக் கிடைக்கும் வத்தித்திறன் $= 100 \cos \phi$

$\because Q$ என்ற புள்ளியின் ஒளி விளக்கம்;

$$FQ = \frac{100 \cos \phi}{r^2}$$

கோடிட்ட பரப்பு பகுதியில் படும் ஒலிப்பாய்வு

$$= \frac{100 \cos \phi}{r^2} \times 2\pi (PQ)(r . d\phi)$$

$$= \frac{100 \cos \phi}{r^2} \times 2\pi r \sin \phi \, r \, d\phi$$

$$= 100 \pi \sin 2\phi \, d\phi$$

$$\text{மொத்த ஒலிப்பாயம்} \int_{0}^{\frac{\pi}{2}} 100\,\pi \sin 2\phi \, d\theta$$

$$= \frac{100\,\pi}{2}\left(-\cos 2\theta\right)_{0}^{\frac{\pi}{2}}$$

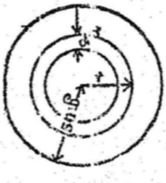
$$= \frac{100\,\pi}{2} \times (1 + 1)$$

$$= 100\,\pi = 314 \text{ லூமென்}$$

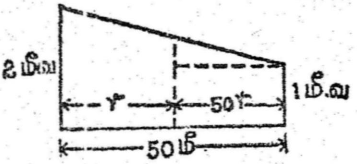
எடுத்துக்காட்டு 4-6.

120 கோண கூம்பு பிரதிபலிப்புப் பொருத்தப்பட்ட ஒரு விளக்கு 100 மீட்டர் வட்டமுடைய வட்டமான பரப்பிற்கு ஒளிவிளக்கம் தரவல்லது. அந்த வட்டமான தட்டின் ஒளிவிளக்கம் முனைப்பகுதியில் 1 மீட்டர்-வத்தித்திறனிலிருந்து அதிகரித்துக் கொண்டே வந்து அதன் மையப் பகுதியில் 2 மீட்டர் வத்தித்திறனுடையதாய் இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டால் (அ) அந்தத் தட்டின் வட்டமான பகுதியினை வந்தடையும் மொத்த ஒளிப் பாயத்தினையும் (ஆ) அந்த வட்டமான தட்டின் சராசரி ஒளிவிளக்கத்தினையும் (இ) ஒளித் தோற்றுவாயின் சராசரி வத்தித்திறனையும் கணக்கிடுக.

ஒளி விளக்கம் தரப்படும் வட்டமான பரப்பின் படம் 4-24 (அ) காட்டுகிறது. அந்த வட்டப் பகுதியின் ஒளி விளக்கம் அதன் முனைப் பகுதியிலிருந்து மையத்தை அடையும் பொழுது ஏற்படும் மீட்டர்-வத்தித் திறனின் அதிகரிக்கப்பட்ட நிலை படம் 4-24 (ஆ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4-24 (அ)



படம் 4-24 (ஆ)

(அ) 'dr' அகலமுள்ள வட்டமான சிறு துண்டுப் பகுதி மையத்திலிருந்து 'r' ஆரமுள்ள தூரத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம்.

சிறு துண்டுப் பகுதியின் பரப்பு $= 2\pi r \times dr$

r ஆரமுள்ள தூரத்தின் ஒளி விளக்கச் செறிவு

$$= 1{\cdot}0 + \frac{50-r}{50} \times (2-1)$$

$$= \quad 1 + \frac{50-r}{50} = \frac{50+50-r}{50} = \frac{100-r}{50}$$

இச் சிறு துண்டுப் பகுதியின் விழும் ஒளிப்பாயம்

= பரப்பு × ஒளிவிளக்கச் செறிவு

$$= 2\pi r \left(\frac{100-r}{50}\right) dr$$

வட்டமான பரப்பின்மீது விழும் மொத்த ஒளிப்பாயம்

$$= \int_0^{50} \frac{2\pi r}{50}\,(100-r)\,dr$$

$$= \int_0^{50} (4\pi r - 0{\cdot}04\,\pi r^2)\,dr$$

$$= \left[4\pi\frac{r^2}{2} - \frac{0{\cdot}04}{3}\pi r^3\right]_0^{50}$$

$$= \left[4\pi\frac{50^2}{2} - \frac{0{\cdot}04}{3}\pi\, 50^3\right]$$

$\doteq$ 10,470 லூமென்கள்

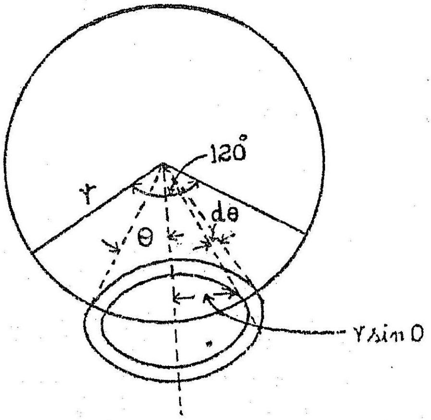
(ஆ) சராசரி ஒளிவிளக்கம் $= \dfrac{\text{மொத்த ஒளிவிளக்கம்}}{\text{பரப்பு}}$

$$= \frac{10{,}470}{\pi \times 50^2} = 1{\cdot}333 \text{ மீட்டர்-வத்தி (மீ.வ)}$$

(இ) ஒளித் தோற்றுவாயின் சராசரி வத்தித் திறன்

$$= \frac{\text{மொத்த ஒளி விளக்கம்}}{\text{திண்மக் கோணம்}}$$

சிறு கோணம் $d\phi$ அளவுடைய ஒரு விட்டமான சிறு துண்டுப் பகுதியினை எடுத்துக் கொள்வோம் (படம் 4-25).



படம் 4-25.
ஒளித் தோற்றுவாயின் சராசரி வத்தித்திறன்

சிறு துண்டுப் பகுதியின் ஆரம் $= r \sin\theta$

சிறு துண்டுப் பகுதியின் பரிதி $= r \sin\theta$

சிறு துண்டுப் பகுதியின் அகலம் $= r.\, d\theta$

இச் சிறு துண்டுப் பகுதியின் பரப்பு $= (2\pi r \sin\theta)\, r\, d\theta$

$$= 2\pi r \sin\theta\, d\theta$$

120 கோண கூம்புப் பகுதியின் பரப்பு

$$= \int_0^{\frac{\pi}{3}} 2\pi r^2 \sin\theta\, d\theta$$

$\left(\because \theta = 0\right.$ முதல் 60 வரை அல்லது 0 முதல் $\frac{\pi}{3}$ வரை $\left.\right)$

$$\text{திண்மக் கோணம்} = \frac{\text{பரப்பு}}{r^2} = \int_0^{\frac{\pi}{3}} 2\pi \sin\theta\, d\theta$$

$$= -\left[2\pi \cos\theta\right]_0^{\frac{\Pi}{3}}$$

$$= -2\pi\left[\cos\frac{\pi}{3} - \cos 0^\circ\right]$$

$$= -2\pi\left[\frac{1}{2} - 1\right]$$

$$= \pi$$

$$\therefore \text{ சராசரி வத்தித்திறன் } = \frac{10{\cdot}4/0}{\pi} = 3{\cdot}381$$

எடுத்துக்காட்டு 4-7.

300 லூமென் ஒளிப்பாய்வினை வெளியிடும் ஒரு விளக்கினை 25 செமீ. விட்டமுடைய ஓர் உருண்டைக் கண்ணாடியாலான கோள விளக்கு மூடியினுள் (inside a globe of frosted glass) வைத்து, அந்தக் கோளவிளக்கு மூடி எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே சீரான அளவில் 300 மில்லி லேம்பர்ட் ஒளிப்பொலிவினை வெளி விடுவதாகக் கொண்டால், விளக்கு மூடியின் வத்தித்திறன் என்ன? விளக்கு மூடியினால் உட்கவரப்படும் ஒளிப்பாய்வின் சத வீதத்தை யும் தோராயமாக மதிப்பிடுக.

ஒளிப்பாய்வு ϕ = 800 லூமென்

= B வத்திகள்/ச.செ.மீ எறியப்படும் பரப்

$$1 \text{ லேம்பர்ட் } = \frac{1}{\pi} \text{ வத்திகள்/ச.செ. எறியப்படும் பரப்பு.}$$

$$\therefore 300 \times 10^{-3} \text{ லேம்பர்ட்கள் } = \frac{300 \times 10^{-3}}{\pi} \text{ வத்திகள்/ச.மீ}$$

வத்திகள் = எறியப்படும் பரப்பு × வத்திகள்/ச.மீ.

$$= \frac{\pi}{4} \times (25)^2 \times \frac{300 \times 10^{-3}}{\pi}$$

$$= \frac{625}{4} \times 300 \times 10^{-3}$$

= 46·875 அல்லது 47

$\therefore$ வத்தித்திறன் = 47

குளோப் வெளிவிடும் ஒளிப்பாயம் = $47 \times 4\pi = 590$ லூமென்.

குளோப் உட்கவரும் ஒளிப்பாயம் = $800 - 590 = 210$ லூமென்

உட்கவரப்படும் ஒளிப்பாயம் = $\frac{210}{800} \times 100 = 26 \cdot 25\%$

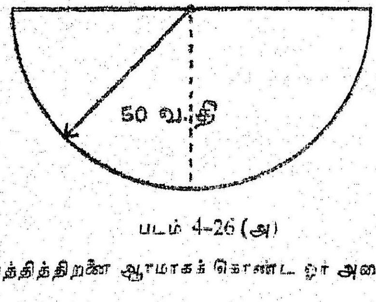
எடுத்துக்காட்டு 4-8.

ஒரு தற்காலிகமாகக் கொள்ளப்பட்ட (hypothetical) விளக்கு ஒன்றின் கிடைத்தளத்திற்குக் கீழே உள்ள எல்லாத் திசைகளிலும் அதன் மையத்தின் மூலமாக அனந்த வத்தித் திறன் 50; இந்தக் கிடைத் தளத்தின் மேற் பகுதியில் இதனுடைய வத்தித் திறன் சுழிமதிப்பு ஆனால், இவ் விளக்கின் நெடுக்கைப் (vertical) போலார் வளைக் கோட்டினை வரைக.

விளக்கிற்கு நேர்கீழே 3 மீட்டர் செங்குத்துத் தூரத்தி லிருந்து 4 மீட்டர் கிடைத் தளத்தில் உள்ள புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கச் செறிவினைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு

விளக்கின் கிடைத் தளத்திற்கு மேல், அதன் வத்தித் திறன் சுழிமதிப்பு. கிடைத் தளத்திற்குக்கீழே உள்ள அரைக் கோளப் பகுதியில், விளக்கின் வத்தித் திறன் ஒரே சீராகப் பரவியுள்ளதால்

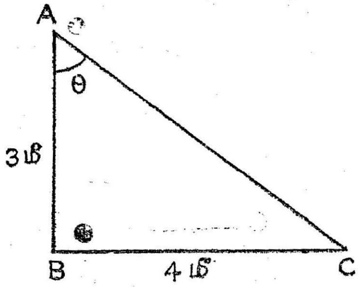


படம் 4-26 (அ)

50 வத்தித்திறனை ஆரமாகக் கொண்ட ஓர் அரை வட்டம்

இவ் விளக்கின் வளைகோடு படம் 4-26 (அ)-ல் காட்டியவாறு 50 வத்தித் திறனை ஆரமாகக் கொண்ட ஓர் அரை வட்டமாகும்.

விளக்கின் வெளிப்பாடு $= \frac{1}{2}(4\pi \times 50) = 314$ லூமன்கள்



படம் 4-26 (ஆ)
ஒளி விளக்கத்தின் வரை படம்

C என்ற புள்ளியில் உள்ள ஒளிவிளக்கம்

$$= \frac{C \cdot P}{(AB)^2} \times \cos^3 \theta$$

$$= \frac{50}{3^2} \times \left(\frac{3}{5}\right)^3$$

$$= \frac{50}{9} \times \frac{27}{125}$$

$= 1 \cdot 2$ லூமன் / செமீ.

எடுத்துக்காட்டு 4-9.

100 W மின்திறன் கொண்ட ஒரு மின்னிழை விளக்கு வேலை செய்யும் தளத்திற்கு மேல் 4 மீட்டர் உயரத்தில் தொங்கவிடப் பட்டுள்ளது. இந்த விளக்குக் கீழேயுள்ள வேலை செய்யும் தளப் பகுதியில் 3 மீட்டர் விட்டமுள்ள வட்டப் பரப்பில் ஒரே சீரான ஒளி விளக்கத்தைக் கொடுக்கக் கூடிய தென்றால், அந்தப் பகுதியின் ஒளி விளக்கத்தினைக் கண்டுபிடி. எதிரொளிப்பானின் பயனுறு திறன் 0·9 வாட்/வத்தித்திறன் என்றும் கொள்க.

விளக்கின் வத்தித் திறன் $= \frac{100}{0 \cdot 9} = 111 \cdot 1$

விளக்கினின்று வெளிவிடப்படும் ஒளிப்பயன்

$$= 4\pi \times 111$$

$= 4 \times 3 \cdot 14 \times 111 = 1394$ லூமென்கள்

வேலை செய்யும் தளத்தினை வந்தடையும் ஒளிப்பாயம்
$0 \cdot 6 \times 1394 = 836 \cdot 4$ லூமென்கள்

தனி விளக்கச் செய்யும் பகுதியின் பரப்பு $= \frac{\pi}{4} \times 3^2$

$$= 3 \cdot 14 \times \frac{9}{4}$$

$= 7 \cdot 065$ ச.மீ

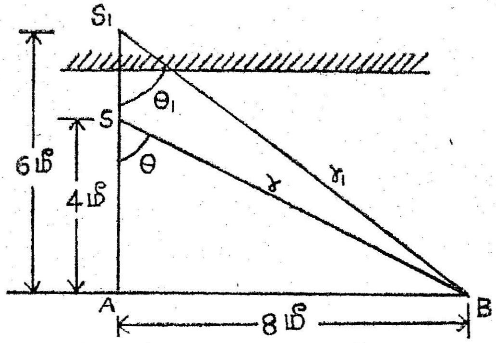
∴ வேலை செய்யும் தளத்தின் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம்

$$= \frac{836 \cdot 4}{7 \cdot 065}$$

$$= 118 \cdot 4 \text{ லக்ஸ்.}$$

எடுத்துக்காட்டு 4-10.

500 வத்தித்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கு, ஒரு சமதள ஆடியின் கீழ் 1 மீட்டர் தூரத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சமதள ஆடி அதன்மீது படும் ஒளியின் 90 சத வீதம் எதிரொலிக் கப்படுகின்றதென்றால், தரைக்குமேல் 4 மீ உயரத்தில் தொங்க விடப்படும் இந்த விளக்கின் அடிப்பகுதியிலிருந்து 8 மீ. தூரத்தில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தினைக் கண்டுபிடி.



படம் 4-27.
ஒளி விளக்கத்தின் வரை படம்

S என்பது 500 வத்தித்திறன் கொண்ட அசல் ஒளித் தோற்று வாய் என்றால், இதன் பிம்பம், சமதள ஆடிக்குப் பின்னால் 1 மீ தூரத்தில் இருக்கும், அதாவது துணை ஒளித்தோற்றுவாய் S என்ற புள்ளியில் இருக்கும். இந்தத் துணைத் தோற்றுவாயின் வத்தித் திறன் $= 0 \cdot 9 \times 500 = 450$. B என்ற இடத்தில் S என்ற ஒளித்தோற்றுவாயினால் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம்

$$= \frac{CP}{r^2} \cos \theta$$

$$= \frac{500}{4^2 + 8^2} \times \frac{4}{\sqrt{4^2 + 8^2}}$$

$$= \frac{2000}{80 \times \sqrt{80}}$$

$$= 2 \cdot 775 \text{ லக்ஸ்}$$

B என்ற இடத்தில் S_1 என்ற துணை ஒளித் தோற்றுவாயினால் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம்.

$$= \frac{CP_1}{r^2_1} \times \cos\theta_1 = \frac{450}{6^2 + 8_2} \quad \frac{6}{\sqrt{6+8}}$$

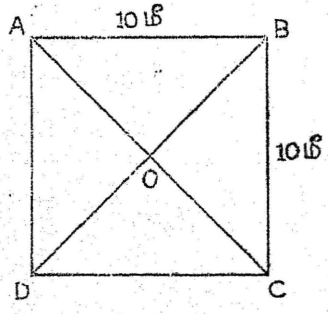
$$= \frac{450}{100} \times \frac{6}{10} = 2{\cdot}70$$

B-ன் மொத்த ஒளிவிளக்கம் $= 2{\cdot}795 + 2{\cdot}70 = 5{\cdot}495$ லக்ஸ்

எடுத்துக்காட்டு 4-11.

200 வத்தித்திறன் கொண்ட நான்கு விளக்குகள் 10 மீட்டர் பக்கமுள்ள சதுர அறையின் 4 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒரு விளக்கு வீதம் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கிறதென்றால், அந்தச் சதுரமான அறைப் பரப்பின் (i) தரைமட்ட மையப்புள்ளி (ii) தரை மட்டத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு மூலை ஆகிய இடங்களில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தினைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

(சென்னை பல்கலைக்கழகம், ஏப்ரல் 1972)



படம் 4-28 (அ)

ஒளிவிளக்கத்தின் வரை படம்

சதுரமான தரைமட்டத்தின் மூலை விட்டம்

$$AC = \sqrt{10^2 + 10^2} = \sqrt{2} \times 10$$

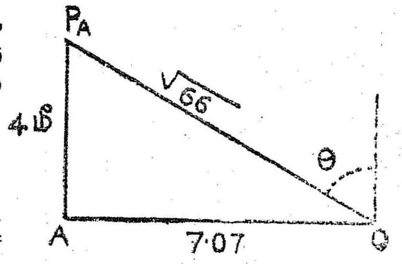
$$\therefore AO = \sqrt{2} \times 10 = 5\sqrt{2} = 7{\cdot}07 \text{ மீ.}$$

P என்னும் விளக்கினால், O என்ற மையப்புள்ளிக்கு ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$$= \frac{200}{OP^2} \cos \angle AOP$$

$$= \frac{200}{(\sqrt{66})^2} \times \frac{4}{\sqrt{66}} = \frac{800}{66 \times 8.124}$$

$$= 1 \cdot 492 \text{ லக்ஸ்}$$



படம் 4–28 (ஆ)
ஒளி விளக்கத்தின் வரை படம்

சதுரத்தின் 4 மூலைகளில் பொருத்தப்பட்ட விளக்குகள் ஒரே வத்தித்திறனை உடையதாய் இருப்பதால், மையப்புள்ளியில் இந்த நான்கு விளக்குகளால் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம் $= 4 \times 1 \cdot 492$

$= 5 \cdot 968$ லக்ஸ்

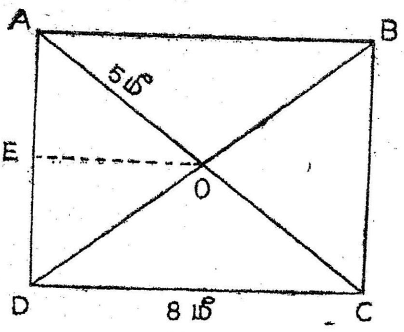
தரைமட்டத்தில் உள்ள மூலையிடமாகிய A என்னும் புள்ளிக்கு நேர் உயரத்தில் உள்ள P என்ற விளக்கினால், A என்ற புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம்

$$= \frac{200}{4^2} = 12 \cdot 5 \text{ லக்ஸ்.}$$

B என்ற மூலையிடத்துக்கு நேர் உயரத்தில் உள்ள விளக்கினால் இதே A என்ற தரைமட்டப் புள்ளியில் ஒளிவிளக்கம் ஏற்படும்.

எடுத்துக்காட்டு 4–12.

8 மீட்டர் நீளம், 6 மீட்டர் அகலம், 3·75 மீட்டர் உயரம் உள்ள ஓர் அறையின் மேல் பாக மையத்தில் 250 வத்தித் திறன் கொண்ட ஒரு மின் விளக்கினை வைத்தால், அந்த அறையின் (i) தரை மட்டத்தின் மையப் புள்ளி (ii) தரை மட்டத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு மூலை, (iii) 6 மீட்டர் சுவரின் மையப் பகுதியின் வழியாக 0·75 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ள புள்ளி ஆகிய இடங்களில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தினைக் கணக்கிடுக.



படம் 4-29 (அ)

செவ்வக அறையின் தரைப் பகுதியின் மூலைவிட்டம்

$$AC = \sqrt{8^2 + 6^2}$$

$= 10$ மீட்டர்.

$\therefore\ OA = \dfrac{10}{2} = 5$ மீட்டர்.

$$AP = \sqrt{5^2 + 3\cdot75^2}$$

$= 6\cdot25$ மீ.

(i) தரையின் O என்னும் மையப் புள்ளியில் ஏற்படும்

ஒளிவிளக்கம் $= \dfrac{CP}{d^2}\cos\theta$

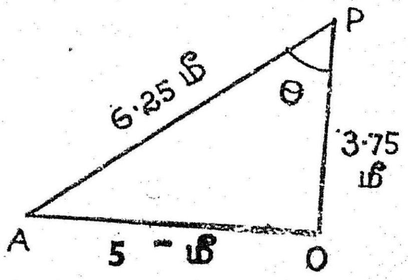
$= \dfrac{250}{(3\cdot75)^2} = 17\cdot8$ லக்ஸ்.

(ii) தரையின் ஒவ்வொரு மூலையிலும் அதாவது புள்ளி $A.B.C.$ அல்லது D என்ற புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளி விளக்கம்

$= \dfrac{250}{(6\cdot25)^2}\times\cos A\hat{P}O$

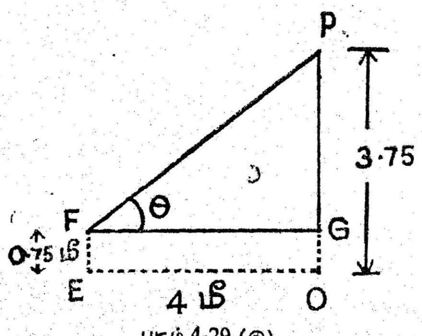
$= \dfrac{250}{(6\cdot25)^2}\times\dfrac{3\cdot75}{6\cdot25}$

$= 3\cdot84$ லக்ஸ்.



படம் 4-29 (ஆ)

(iii)



படம் 4-29 (இ)

FP-யின் நீளம்

$= \sqrt{4^2 + 3^2}$

$= 5$ மீட்டர்.

$\cos\theta = \dfrac{4}{5} = 0\cdot8.$

$\therefore$ F என்னும் புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம்

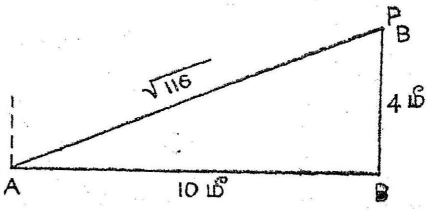
$= \dfrac{250}{5^2}\times 0\cdot8$

$= 8$ லக்ஸ்,

$$= \frac{200}{(PA)^2} \cos APB$$

$$\frac{200}{116} \times \frac{4}{\sqrt{116}}$$

$= 0 \cdot 6403$ லக்ஸ்

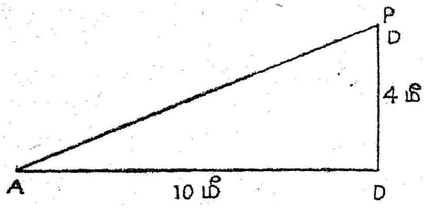


படம் 4-29 (ஈ)

அதேபோல் D என்ற மூலையிடத்திற்கு நேர் உயரத்தில் உள்ள P_D என்ற விளக்கிலிருந்து, இதே A என்ற புள்ளிக்கு கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம்

$$= \frac{200}{116} \times \frac{4}{\sqrt{116}} \text{ லக்ஸ்}$$

$$= 0 \cdot 6403.$$

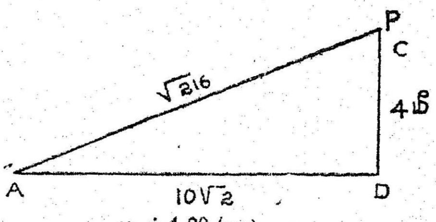


படம் 4-29 (உ)

C என்ற மூலையிடத்திற்கு நேர் உயரத்தில் உள்ள PC என்ற விளக்கிலிருந்து, இதே A என்ற புள்ளிக்குக் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம்

$$= \frac{200}{216} \times \frac{4}{\sqrt{216}} \text{ லக்ஸ்}$$

$= 0 \cdot 252$ லக்ஸ்



படம் 4-29 (ஊ)

$\because$ A என்ற மூலையிடத்தில் கிடைக்கும் மொத்த ஒளி விளக்கம் $= 12 \cdot 5 + (2 \times 0 \cdot 6403) + 0 \cdot 252.$

$= 14 \cdot 0326$ லக்ஸ்கள்

மற்ற மூன்று மூலை விட்டங்களிலும் இதே அளவு ஒளி விளக்கந் தான் கிடைக்கும்.

4-6. நல்ல ஒளியூட்டம் (Good Lighting)

1925 ஆம் ஆண்டில் தேக்முல்லர் (Teich muller) என்ற ஜெர்மன் பேராசிரியர் நல்ல ஒளியூட்டம் என்றால் என்ன என்பதைப்பற்றி கீழ்க்கண்டவாறு குறிப்பிடுகிறார்.

"சுற்றுப்புறத்திலுள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகவும் பார்வைப் புலன் உணர்வுக்கு இணக்கமானதாகவும் காட்சி தர ஓர் ஒளியூட்டம் வகை செய்யுமாயின் அதுவே நல்ல ஒளியூட்டமாகும்."

இந்தியன் படித்தர குறிப்பின்படி (I. S. S.) நல்ல ஒளியூட்டத்தைப் பற்றிக் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஓர் ஒளியூட்டும் பொருள் அதன் தன்மையிலும், அளவிலும், இருவித காரியங்களில் சிறந்திருந்தால் அதனை நல்ல ஒளியூட்டம் எனலாம் (i) நன்மை பயக்கிற ஒளி பொலிவினைத் தோற்றுவித்து அதே சமயத்தில் துய்ப்பவரின் மனத்துக்குகந்ததாகவும், பயனுள்ளதாகவும் இருக்கவேண்டும். (ii) பார்க்கத்தக்க பொருள் எத்தகைய தனிப்பட்ட பற்று, அல்லது முக்கியத்துவம் பொருந்தியதாயிருந்தாலும், அதனைக் கண்டுணர்வதற்கேற்ற உயர்தர பயனுறுதிறன் வாய்ந்ததாயிருக்க வேண்டும். நல்ல ஒளியூட்டத்தின் பயனை அட்டவணை 4-2 விளக்குகிறது.

4-6-1. நல்ல ஒளியூட்டத்தின் முக்கிய நோக்கங்கள்

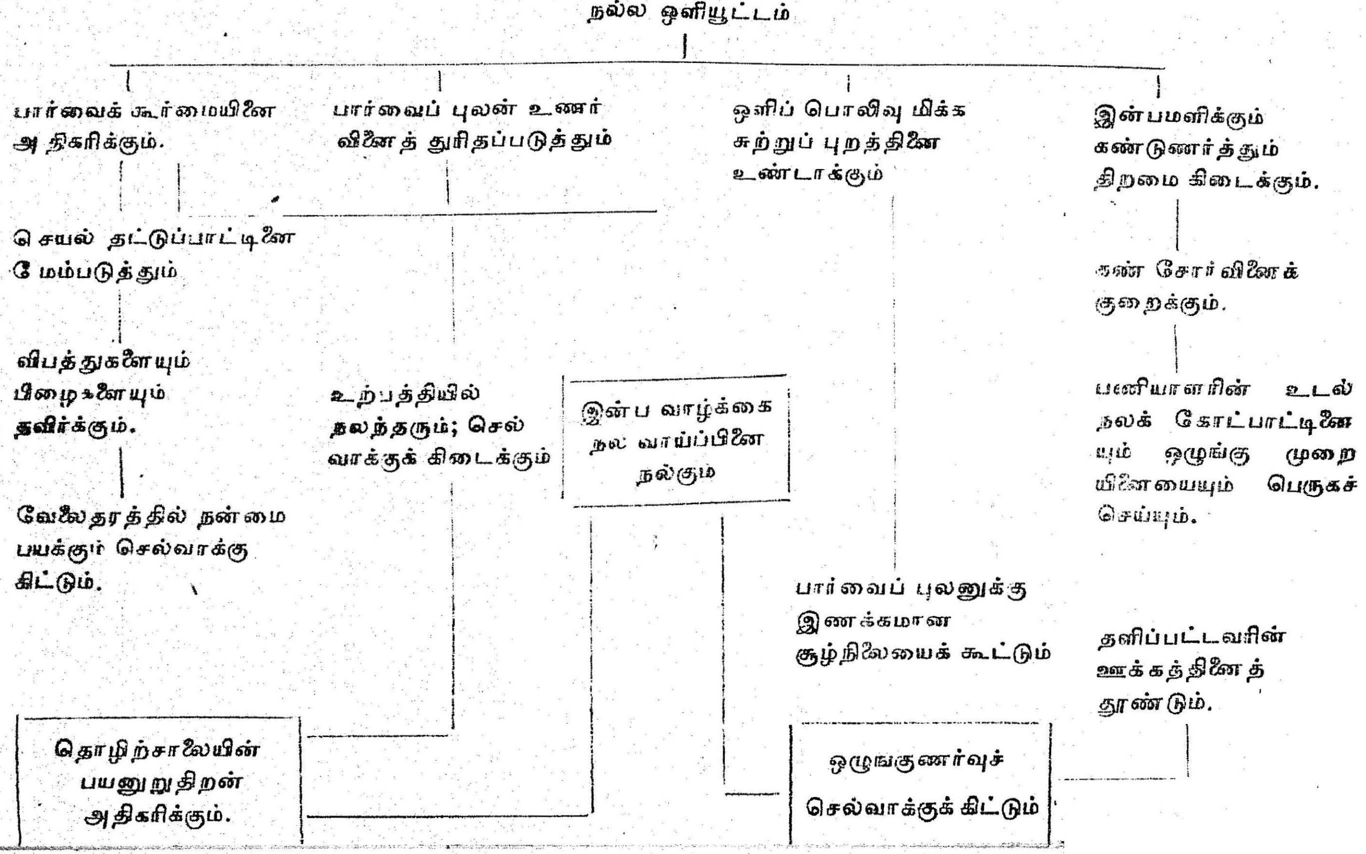
எல்லா அமைப்புகளுக்கும் நல்ல ஒளியூட்டம் தேவையாயினும், கீழ்க்கண்ட மூன்று முக்கிய நோக்கங்களின்படி அவை அமைக்கப்பட வேண்டும்.

(i) செய்யும் வேலைகள் அல்லது இதர நடவடிக்கைகள் மேல் படும்படி அமையவேண்டும்.

(ii) பணிபுரிவோரின் பாதுகாப்பு நிலையினை உயர்த்தி எந்த வித இடையூறும் வராதென்று நம்பும் அளவுக்கு உறுதி அளிக்க வேண்டும்.

(iii) அணி அலங்காரத்துடன் பொருந்திய அமைப்புடன், மனதுக்கினிய சூழ்நிலையை உருவாக்கி, பார்ப்போரின் கவனத்தை ஈர்ப்பதாகவும் மகிழ்வுதரும் முறையில் போற்றத்தக்கதாகவும் இருக்கவேண்டும்.

அட்டவணை 4 - 2.


நல்ல ஒளியூட்டம்
பார்வைக் கூர்மையினை அதிகரிக்கும்.
பார்வைப் புலன் உணர்வினைத் துரிதப்படுத்தும்
ஒளிப் பொலிவு மிக்க சுற்றுப் புறத்தினை உண்டாக்கும்
இன்பமளிக்கும் கண்டுணர்த்தும் திறமை கிடைக்கும்.
செயல் தட்டுப்பாட்டினை மேம்படுத்தும்
கண் சோர்வினைக் குறைக்கும்.
விபத்துகளையும் பிழைகளையும் தவிர்க்கும்.
உற்பத்தியில் நலந்தரும்; செல்வாக்குக் கிடைக்கும்
இன்ப வாழ்க்கை நல வாய்ப்பினை நல்கும்
பணியாளரின் உடல் நலக் கோட்பாட்டினையும் ஒழுங்கு முறையினையும் பெருகச் செய்யும்.
வேலைதரத்தில் நன்மை பயக்கும் செல்வாக்கு கிட்டும்.
பார்வைப் புலனுக்கு இணக்கமான சூழ்நிலையைக் கூட்டும்
தளிப்பட்டவரின் ஊக்கத்தினைத் தூண்டும்.
தொழிற்சாலையின் பயனுறுதிறன் அதிகரிக்கும்.
ஒழுங்குணர்வுச் செல்வாக்குக் கிட்டும்

நல்ல ஒளியூட்டத்திற்கு உதவியாய் இருக்கும் (காரணக்) கூறுகளாவன (Factors that contribute to good lighting) :

(i) போதிய ஒளிவிளக்க மட்டம் (adequate illumination level)

(ii) மிகுந்த பொலிவு மாறுபாடுகள் இல்லாமை.

(iii) கண் கூசுதலின்மை.

(iv) அடர்த்தி குறைந்த நிழல்.

(v) ஒளிவண்ண பேத வடிவம் (colour rendering) இல்லாதிருத்தல்.

4-6-2. போதிய ஒளிவிளக்க மட்டம்

ஒளித்தோற்று வாயினால் ஒளிவிளக்கம் செய்யப்பட்ட ஒரு பொருள், அது பெறும் ஒளிப்பொலிவினால்தான் அதனைப் பார்க்க முடிகிறது. பொருளின் வண்ணங்கள், அப் பொருளின்மீது படுகின்ற ஒளியை வெவ்வேறு அளவுகளில் எதிரொலிக்கச் செய்கின்றது. இதனால் ஒலிப்பொலிவு மாறுபாடு ஏற்படுகின்றது. ஒளியூட்டும் இப் பொலிவு மாறுபாடுகளைக் கடு முயற்சியில்லாமல் பார்க்க வகை செய்யவேண்டும். ஒரு பொருளுக்குத் தேவையான ஒளிப்பொலிவினைக் கொடுக்கத் தேவைப்படும் ஒளிவிளக்க அளவுகள் கீழ்க்கண்டவற்றைப் பொறுத்துள்ளன :

(அ) பார்க்கும் பொருளின் வடிவமும், அப் பொருளுக்கும் பார்வையாளருக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு தூரம்

பார்க்கும் பொருளின் வடிவம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு சிறியதாய் உள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு மிகுதியான ஒளிவிளக்கம் தேவை. அதேபோல் பார்வையாளரிடமிருந்து அப் பொருளின் தொலைவு தூரம் அதிகமாக அதிகமாக, ஒளிவிளக்க அளவும் அதிகமாகத் தேவைப்படும்.

(ஆ) பொருளுக்கும் அதன் பின்னணிக்குமுள்ள ஒளிப்பொலிவு மாறுபாடு

பார்க்கும் பொருளுக்கும் அதன் பின்னணிக்கும் (background) உள்ள பொலிவு மாறுபாடு அதிகமாயிருப்பின், அப் பொருளை நன்கு வேறுபடுத்திக் கண்டுணர்வதற்கு மிகுதியான ஒளிவிளக்கம் தேவை.

(இ) அசையும் பொருள்

அசையாப் பொருள்களைவிட அசையும் பொருள்களைப் பார்த்தறிவதற்குத் தேவைப்படும் ஒளிவிளக்கம் அதிகம்.

(ஈ) பார்க்கும் பொருளின் கால நீட்டிப்பு

ஒரு பொருளினைத் தற்செயலாகப் பார்ப்பதற்குத் தேவைப்படும் ஒளிவிளக்கத்தைவிட, அப் பொருளைத் தொடர்ந்து பார்க்க வேண்டிய நேரம் நீண்டிருந்தால், அந்த கால நீட்சிக்கு ஏற்ப ஒளிவிளக்க அளவும் மிகுந்திருக்கும். மேற்கூறிய காரணங்களை மனத்திற் கொண்டு வெவ்வேறு வகை வேலைச் சுமைக்குத் (task) தேவைப்படும் ஒளிவிளக்க மட்டங்கள் அட்டவணைகள் 4–3 (அ), 4-3 (ஆ), 4-4 ஆகியவற்றில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

4-6-3. மிகுந்த பொலிவு மாறுபாடுகள்

ஒரு பொருளை அதன் பின்னணியிலிருந்து நன்கு வேறுபடுத்திப் பார்த்துணர்வதற்கு, அந்தப் பொருளை அதன் பின்னணியுடன் பார்வைப் புலத்தினுள் விடும்படி கொணர வேண்டும். பொருளுக்கும் அதன் பின்னணிக்கும் மிகுந்த ஒளிப் பொலிவு வேறுபாடு இருந்தால் கண்ணின் கருவிழி அந்தப் பொருளுக்கும், அதன் பின்னணிக்குமுள்ள ஒலிப்பொலிவு வேறுபாடுகளுக்கேற்ப அடிக்கடி சரி செய்துகொள்ள வேண்டியதாயிருக்கிறது. இதனல் கண் சோர்வும், பார்க்குந்திறன் தளர்வுற்றுப் போகிறது. பார்வைப் புலத்தினுள் ஏற்படும் ஒளிப்பொலிவு மாறுபாட்டின் விகிதம் 3:1-க்கு மிகையாகாமல் இருந்தால் பார்வைத் திறன் மேம்பட்டிருக்கும்.

சிற்சில இடங்களில் பொதுநிலை ஒளியூட்டத்துடன் (general lighting) உட்புற ஒளியூட்டமும் (localised lighting) தேவைப்படுகிறது. அப்படிப்பட்ட இடங்களில் உட்புற ஒளியூட்ட அமைப்பு, பொதுநிலை ஒளியூட்ட அமைப்புடன் பொருந்தியிராதிருந்தால், ஒருவிதமான தனிமையுணர்வு, தெளிவற்றநிலை, மனச்சோர்வு ஏற்படும். ஆகவே, ஒளியூட்ட அமைப்பில் பார்க்கும் பொருளின் ஒளி விளக்கம் மட்டுமல்லாமல் அதன் பின்னணியின் ஒளி விளக்கமும் அவசியமாகிறது.

அட்டவணை 4-3. (அ)

பல்வேறு வகையான வேலைச் சுமைகளுக்காகப் பரிந்துரைக்கப் பட்ட சிறும ஒளிவிளக்க அளவுகள்

	வேலைச் சுமை வகை	எடுத்துக்காட்டு	சிறும ஒளி விளக்க அளவு லக்ஸ்
1.	தற்செயலாகப் பார்க்கத் தக்கது (casual seeing)	ஆடையணிமணி அறை, துணிமழைப் பேழை	100
2.	பெரிதான விவரங்கள் கொண்ட கரடுமுரடான வேலைச் சுமைகள்	கடினமான இயந்திரக் கருவிகள் இணைப்பு சரக்கு அறை, கிடங்கு	200
3.	நடுத்தர அளவு விவரங் கள் கொண்ட சாதாரண வேலைச் சுமைகள்	இயந்திரத்தினால் மரம் அறுக்கும் வேலை, பொது அலுவலகங்கள்	400
4.	சிறிய அளவு விவரங்கள் கொண்ட கடுமையான வேலைச் சுமைகள்	உணவுப்பண்ட ஆய்வு, துணியினை வெட்டுதலும் தைத்தலும், வாணிக இயந்திரப் பொறிகள்	600
5.	சிறிய அளவு விவரங்கள் கொண்ட தொடர்ந்து நீடிக்கும் தன்மையுடைய கடுமையான வேலைச் சுமைகள்	நேர்த்தியான இயந்திரக் கருவிகளை இணைத்துப் பூட்டுதல், கையால் தைத்தல், பட்டு நெய் தல், ரேடியோ பழுது பார்த்தல்	900
6.	மிகச்சிறிய அளவு விவரங் கள் கொண்ட, தொடர்ந்து நீடிக்கும் தன்மையும் மிகுந்த கடுமையான வேலைச் சுமைகள்	மிகச் சிறிய பகுதிகளை அளவிடுதல், கடுஞ் சிக்கலான சிறு பகுதி களை ஆய்வு பார்த்தல், இரத்தினம், மாணிக்கம் போன்றவற்றை வெட்டு தல், இழைத்தல்	1800-2000
7.	நுட்பமான விவரங்கள் கொண்ட கடுந்தீவிரம் வாய்ந்த வேலைச்சுமைகள்	கடிகாரம் செய்தல், கடுஞ் சிக்கலான நுண்ணிய கருவிகளை ஆராய்ந்து பழுது பார்த்தல்	2500-5000

அட்டவணை 4-3 (ஆ)

வரிசை எண்	வேலை வகை (Type of work)	பரிந்துரைக்கப் பட்ட ஒளிவிளக்கப் பட்டங்களின் அளவு (லக்ஸ்)
1.	அலுவலகங்கள் :	
	(அ) வரைபட அலுவலகங்கள் (drawing offices)	1000–750
	(ஆ) அலுவலகக் கட்டிடங்கள் சார்ந்துள்ள இடங்கள் (office premises)	800–400
	(இ) நடைக்கூடம், படிக்கட்டு போன்ற இடங்கள் (அதாவது தொடர்ச்சியாய் வேலை நடைபெறாத இடங்கள்)	150– 75
2.	பள்ளிக்கூடங்கள் :	
	(அ) பொதுவான வகுப்பறைகள்	500–250
	(ஆ) கலைக்கூடங்கள் (art class rooms)	800–400
	(இ) தையல் வகுப்பு அறைகள்	800–450
3.	தொழில் நிறுவனங்கள் :	
	(அ) கைக் கடிகாரம் செய்தல், செதுக்கு வேலைப்பாடு செய்தல் போன்ற மிகவும் நேர்த்தியான வேலைகள்	5000–2500
	(ஆ) சுழல் மேசை கடைசல் பொறி அமைத்தல், மெருகூட்டுதல் போன்ற நேர்த்தியான வேலைகள்	2000–1000
	(இ) துளையிடுதல் போன்ற சாதாரண வேலைகள்	800–400
	(ஈ) அடித்து வடித்தல் (forging), உருட்டல் போன்ற கரடுமுரடான வேலைகள்	300–150

முன் பக்கத் தொடர்ச்சி :

வரிசை எண்	வேலை வகை (Type of work)	பரிந்துரைக்கப்பட்ட ஒளிவிளக்க மட்டங்களின் அளவு (லக்ஸ்)
4.	கடைகள் (Shops) :	
	(அ) விற்பனைக் கட்டிடங்கள்	1000–500
	(ஆ) இதர இடங்கள்	500–250
5.	மாதா கோயில்கள் (Churches)	
6.	வீடுகள்.	150- 75
	(அ) பகல் நேர அறை (living room)	
	(i) உள்ளிட ஒளியூட்டம் (பார்வைக்குரிய வேலை (visual task)	1000–500
	(ii) பொது ஒளியூட்டம் (சுற்றுப்புற ஒளியூட்டம்	100–50
	(ஆ) சமையற் கூடங்கள்	
	(i) உள்ளிட ஒளியூட்டம் (வேலை செய்யும் தளம்)	500–250
	(ii) பொது ஒளியூட்டம் (general lighting)	250–125
	(இ) படுக்கை அறை, குளியல் அறை, கழிநீர் வார்ப்பிடம் (toilet)	
	(i) உள்ளிட ஒளியூட்டம் (local lighting)	500–250
	(ii) பொது ஒளியூட்டம்	250–125
	(ஈ) நடைக் கூடம், படிக்கட்டு, சாமான்கள் வைக்கும் அறை, மோட்டார் கார் வண்டி வைக்குமிடம் (garage) போன்றவை	
	(i) உள்ளிட ஒளியூட்டம்	500–25
	(ii) பொது ஒளியூட்டம்	100–50

அட்டவணை 4 - 4

தொழிற்சாலைப் பகுதி (Industrial)		மறைக்கப்பட்டுள்ள பரப்புகள் (Covered areas)		திறந்த வெளிப்புறப் பரப்புகள் (Outdoor areas)	
வேலைச் சுமையின் வகை	மிகக் குறைந்த ஒளிவிளக்கம் (லக்ஸ)	வேலைச் சுமையின் வகை	மிகக் குறைந்த ஒளிவிளக்கம் (லக்ஸ்)	வேலைச் சுமை வகை	மிகக் குறைந்த ஒளிவிளக்கம் (லக்ஸ்)
சரிநுட்பம் வாய்ந்த இயந்திரப் பொறி அறை	240–500	அச்சுப் பார்வைப்படி	95–185	குத்துச் சண்டை மேடை	750–2750
கடைசல் பொறி தையல் பொறி மேஜை வேலை	140 – 185	வரைபடம் தீட்டுதல் அறையும், பொருட் காட்சியும்	55–95	குதிரைப் பந்தய வெளி	185–280
தொழிற்சாலையின் இதர வகை	55–140	அருங்காட்சியகம் (Museum)	35–55	இரயில்வே முற்றம்	2–5
பொது தொழிற்சாலை ஒளியூட்டம்	18-35	படுக்கை அறை வரவேற்பு அறை மருத்துவமனை	18–35	ஆகாய விமானம் இறங்கும் மைதானம்	1·0–2·0
		இரயில் வண்டியின் நிலையத்தின் பரப்புமேடை	5–10		

4-6. கண் கூசுதல் (Glare)

கண் கூசுதல் என்பதனைத் திகைக்க வைக்கும் அல்லது துன்புறுத்தும் ஒளிப் பொலிவு என வரையறுக்கலாம். பார்வைப் புலத்தில் விழும் இத்தகைய ஒளிப் பொலிவு, பார்வை நலத்தினைக் குறைத்தல், கண்ணிற்குத் தொல்லை தருதல் பார்வை வகையில் குறுக்கிடுதல், கண் சோர்வினை உண்டாக்குதல் போன்ற துன்பங்களை உண்டாக்கும். இதனால் பார்வைப் புலனின் உணர்வு நுட்பம் குறைகின்றது. ஒளியூட்டப்பட்ட ஒரு பொருளினையோ அல்லது விளக்கினையோ நிலையாகப் பார்க்கும்பொழுது துன்பம் உண்டாவதில்லை. ஆனால், அவ்வாறு உற்றுப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கையில், சற்றுப் பொலிவு குறைந்த பொருளினை நோக்கிப் பார்வையைத் திருப்பும் பொழுதும் அல்லது ஒளித் திருப்பம் பார்வைப் புலத்தின் விளிம்பில் குறுக்கிடும் பொழுதும்தான் துன்பம் ஏற்படுகின்றது.

கண் கூசல் தொடர்ந்திருந்தால், கண்ணினை ஊறுபடுத்துவதுடன் ஒளியியல் நரம்புகளின் அமைப்பிற்குத் தீங்கு விளைவிக்கும். இதனால், களைப்பும் மன உலைவும் ஏற்பட்டுத் தனிப்பட்டோரின் திறமை குறைந்து விடும். மேலும், பார்வைப் புலக் குறுக்கீடு ஏற்படுவதால், பணிபுரிவோர் காயம் அல்லது விபத்துக்குட்பட நேரிடும். ஆகவே, கண்ணுக்கு உறுத்தலானதும், விரும்பத்தகாததுமான ஒளியினால் விளையும் இக் கண் கூசல், ஒளியூட்ட அமைப்பின் பெருங் குறையாகும்.

ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து நேராக வரும் ஒளி கண்ணினைக் கூசச் செய்தால் அதனை நேரடிக் கண் கூசுதல் (direct glare) என்றும், மேற்பரப்புகளின்மீது பட்டுத் திருப்பமடைந்து வரும் ஒளி கண் கூசலைச் செய்தால் அதனை, எதிரொளிப்புக் கண் கூசுதல் (reflected glare) என்றும் கூறுவர்.

4-6-4-1. நேரடிக் கண் கூசுதல்

இருண்ட சாலையில் உந்து வண்டியில் சென்று கொண்டிருக்கும் பொழுது மற்றோர் உந்து வண்டியின் பிரகாசமான முன் விளக்கு பார்வைப் புலனில் பட்டு ஏற்படும் கண் மறைவுக்கு இந்த நேரடிக் கண் கூசுதல் ஒரு சிறந்த மேற்கோளாகும்.

இதற்குரிய காரணங்களாவன :

(i) ஒளிக் கற்றையின் மிகுதியான ஒளிப் பொலிவு

(ii) பளப்பளப்பான ஒளித் தோற்றுவாய்களினால் பார்வைப் புலன்களில் உண்டாகும் ஒளிப்பொலிவு மாறுபாடு.

(iii) பார்க்கும் பொருளுக்கும், அதனைச் சூழ்ந்திருக்கும், சுற்றுச் சூழ்நிலைகளுக்குமுள்ள உயர் ஒளிப் பொலிவு மாறுபாடு.

(iv) பொலிவு மிக்க ஒளித் தோற்றுவாய்களினால் தொடர்ந்து நீடித்திருக்கும் ஒளிர்பட நேரம் (prolonged exposure)

இவற்றைத் தவிர சூரிய ஒளி, ஆகாயத்தின் ஒளிப் பொலிவு மிக்க பகுதிகள், அருகில் உள்ள கட்டடங்களின் பளபளப்பான மேற்பரப்புகள் முதலியவற்றிலிருந்து ஒளிமறைவு இல்லாத சன்னல்களின் வழியாக நேரடியாக வரும் ஒளியும் கண்ணினைக் கூசச் செய்யும்.

இந்த நேரடிக் கண் கூசுதலைத் தவிர்க்க :

(i) விளக்குகளின் உயரத்தை அதிகரிக்கலாம்.

(ii) ஒளியைத் துண்டிக்கும் கோணம், கிடைமட்டத்திலிருந்து சுமார் 20° வரை இருக்கும் பிரதிபலிப்புகளைப் (reflectors) பயன்படுத்தலாம்.

(iii) குறைந்த ஒளிப் பொலிவினையுடைய ஒளித் தோற்றுவாய்களைக் கூடுமான வரையில் பயன்படுத்துவது சிறந்தது. மாறாக பொலிவு மிக்க ஒளித் தோற்றுவாய்களைப் பயன்படுத்த வேண்டியதாயிருந்தால், அத் தோற்றுவாயினை ஒரு கோளத்திற்குள் வைத்தோ அல்லது அதன் ஒளியைப் பரவி விரவச் செய்யும் ஒரு மேற்பரப்பில் திருப்பமடையச் செய்தோ, செறிவு அதிகமாகக் குறைவுபடாமல் செய்யலாம். இதில் உள்ள இன்னொரு நன்மை யாதெனில் கருமை நிழல் குறைந்து காணப் பெறும் கருமையான நிழல்களினால் உண்டாகும் கவனத் திருப்பமும் குறையும்.

(iv) சன்னல்களில் சரியான ஒளி மறைவுகளைப் பொருத்துவதன் மூலம் சன்னல் கண் கூசுதலைத் தவிர்க்கலாம்.

4–6–4–2. எதிரொளிப்புக் கண் கூசுதல்

மிகுந்த ஒளிப் பொலிவுகள், பிம்பங்கள் அல்லது சுவர்கள், சாய்வு மேஜையின் மேற்புறங்கள் போன்ற எதிரொளிப்புப் பொருள்களால் உண்டாகும். ஒளிப் பொலிவு மாறுபாடு ஆகியவற்றினால் ஏற்படும் ஒளி கண்ணினைக் கூசச் செய்யும். மேற்பரப்புகள் கண்ணாடி போன்றவற்றினாலாக்கப்பட்டதாயிருந்தால், ஒளிப் பொலிவின் அளவு இன்னும் மேம்பட்டு விளங்கும். மேற்பரப்புகளில் பட்டுத் திருப்பமடைந்து வரும் ஒளி, பார்வைப் புலத்

திசைக்கு அருகில் ஏற்படுவதால், அதனைத் தவிர்ப்பது அரிதாகிறது ஆகவே, எதிரொளிப்புக் கண் கூசுதல் நேரடிக் கண் கூசுதலைக் காட்டிலும் மிகுந்த தொல்லை தரக் கூடியது. உயர்தரப் பொது வகையான ஒளியூட்ட அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி இத்தகைய கண் கூசுதலைத் தவிர்க்கலாம்.

4-6-5. நிழல்கள்

அடர்த்தி குறைந்ததும், நீளமானதுமான நிழல்கள் ஒளியூட்ட அமைப்பில் இருந்தால் சோர்வும் மனத்தளர்வும் ஏற்படும். இதனால் உண்டாகும் குறையை,

(i) விளக்குப் பொருத்திகளின் உயரத்தை அதிகரித்தும்.

(ii) பயன்படுத்தப்படும் விளக்குகளின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்கியும்,

(iii) விசாலமான பரப்பு கொண்ட ஒளித் தோற்றுவாய்களைப் பயன்படுத்தியும் நிவர்த்திக்கலாம்.(மின்னிழை விளக்குகளை ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் கண்ணாடிக் கோளத்தில் வைத்தும் மறைமுக ஒளியூட்டத்தைப் பயன்படுத்தியும் விசாலமான பரப்பு கொண்ட ஒளித்தோற்றுவாய்களைப் பெறலாம்).

நிழல்கள் முழுவதினையும் அகற்றுவது நல்ல ஒளியூட்டத்தின் குறிக்கோளல்ல. மாறாக ஓரளவு பசுமையான நிழல் (soft shadow) சில அமைப்புகளுக்கு இன்றியமையாததாகத் தேவைப்படுகிறது. ஏனெனில், பார்க்கும் திடப் பொருள்களுக்கு உருவம் கொடுக்கவும், அவற்றினைத் தெரிந்து கொள்ளுவதற்குரிய அடையாளம் காணவும் இப் பசுமையான நிழல் தேவை. மேலும், நிழலற்ற ஒளியூட்டத்தினால் தெரியும் பொருள்கள், கவர்ச்சியற்றதாகவும், கவனத்தை ஈர்க்கும் தன்மையற்றதாகவும் காணப்படும். எனினும், வரைபடம் தீட்டும் அறைகளைப் போன்று உள்ள பணி செய்யும் தளத்தின் மேற்பரப்பு, தட்டையாகவும், சமதளமாகவும் இருந்தால், இத்தகைய பசுமையான நிழலும் தேவைப்படாது.

4-6-6. ஒளிவண்ண பேத வடிவம் (Colour rendering)

எரி ஒளிர்வுப் பொருள் அல்லது சூரியனிடமிருந்து வரும் ஒளியில் எல்லா அலை நீளங்களும், கட்புலனாகும் நிறமாலைப் பகுதியில் உள்ளன. வெவ்வேறு அலை நீளக் கதிர்வீச்சு, வெவ்வேறு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். ஆகவே, வெள்ளை ஒளி (white light)

ஒரு பொருளின்மீது பட்டுப் பிரதிபலிக்கும் பொழுது, ஒளி முழுவதும் மீண்டால் அப் பொருள் வெண்மையாகத் தோற்று கிறது. மாருகப் படுகின்ற ஒளி முழுவதும் உட்கவரப்பட்டால் அப்பொருள் கறுப்பாகத் தோன்றும். அதாவது அப் பொருளுக்குப் பிரதிபலிக்கும் சக்தியே இல்லை. ஒரு பொருளின்மீது படுகின்ற ஒளியில் ஒரு பகுதி மட்டும் அப் பொருளால் உட்கவரப்பட்டு எஞ்சிய பகுதி மீளுமாயின், மீளுகின்ற ஒளி நிறத்தையே அப் பொருள் கொண்டிருக்கும் எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பொருள், சிவப்பு நிற அலைநீளக் கதிர்வீச்சுகளைத் தவிர கட்புலனுகும் மற்ற எல்லா கதிர்வீச்சு அலைநீளங்களை உட்கவருமாயின் அப் பொருள் மீளுகின்ற நிறமாகிய சிவப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். விளக்கு ஒளியின் நிறம் மஞ்சளாகவும் பொருளின் நிறம் சிவப்பாகவும் இருந்தால், அப் பொருள் மஞ்சள் நிறக் கதிர்வீச்சுகளையெல்லாம் உட்கவர்ந்து பிரதிபலிக்கும் சக்தியற்று, கறுப்பு நிறமாகத் தோன்றும், இதனைத்தான் நிற உருக்குலைவு (colour distortion) என்பர். இந்த நிற உருக்குலைவு தெரு ஒளியூட்டத்தை அவ்வள வாகத் பாதிப்பதில்லை. இக் காரணம் பற்றியே, சோடிய ஆவி, பாதரச ஆவி விளக்குகளைத் தெரு ஒளி யூட்டத்திற்குப் பயன் படுத்துகின்றனர்.

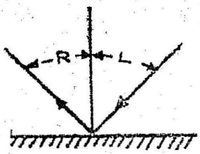
பார்க்கக்கூடிய ஒரு பொருளின் வண்ணத்தையோ அல்லது அதன் சுற்றுச் சுழல்களின் நிறத்தையோ கட்டுப்படுத்த முடியாது. இதற்குச் சிறந்த எடுத்துகாட்டுகள், சுரங்கத்தில் வெட்டி எடுக்கும் கரி, கடைசல் பொறியில் வேலை செய்தல் போன்றவை நிற வேறு பாட்டினை (colour contrast) மிகைப்படுத்துவதின் மூலம் பார்க்குந் திறனை உயர்வுபடுத்தலாம். அலுவலகங்கள், பணிமனைகள் போன்ற வற்றில் நவீன முறையில் அமைக்கப்படும், ஒளிவண்ண திட்டங் கள் (colour schemes) மனத்துக்கு இசைந்ததாகவும் நிறவேறு பாடுடையதாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. மின் மோட்டார்களுக் கும் கருமைநிறம் கொடுத்தால் அவை வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும். இந்த ஒளிவண்ண திட்டத்தினுல், பார்வைத்திறன், அதிகரிப்பதுடன், விபத்துகள் ஏற்படுவதைத் தவிர்க்கவும் வகை செய்கின்றது. இங்ஙனம் அமைக்கப்படும் ஒளிவண்ணத் திட்டம் கட்டடக்கலை நிலையத்திற்கு இணக்கமாக இருக்க வேண்டும்.

4-6-7. விளக்குப் பொருத்திகள் (Lamp fittings)

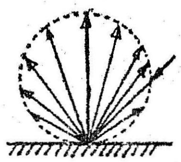
விளக்குப் பொருத்திகளின் உதவியால் (i) தேவையான திசை யில் திருப்ப முடிகிறது. (ii) ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யலாம். (iii) குறிப்பிட்ட கோணத்தில் ஒளியினைத் தடுக்கலாம். இப்படிச்

செய்வதனால் கண்கூசுதலைத் தவிர்க்கலாம். (iv) ஒளியின் நிறத்தையும் கட்டுப்படுத்தலாம். தொழிலியலில் பயன்படுத்தும் வெவ்வேறு விளக்குப் பொருத்திகளைப் பற்றி அறிவதற்கு அவற்றின் அமைப்பிற்குரிய தத்துவத்தினைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

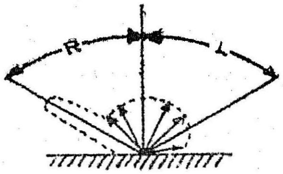
ஒளி பளபளப்பான உலோகப் பொருளின் மேற்பரப்புகளின் மீது படும்பொழுது, அநேகமாக எல்லாப் படுகதிர்களும் எதிரொளிப்பு விதிகளின்படி எதிரொளிக்கப்படுகின்றன (அதாவது படுகோணம் எதிரொளிப்புக் கோணத்திற்கு சமம்). படு ஒளிக்கதிர்களில் ஒரு சிறு பகுதியே இப் பொருளால் உட்கவரப்படுகிறது. ஒளித்தோற்றுவாயின் பிம்பம் அதில் தோன்றும். இப்படிப்பட்ட எதிரொளிக்கு எதிர்நிழல் உருக்காட்டு எதிரொளிப்பு (specular reflection) என்று பெயர். படம் 4-30 (அ)-ல் இந்த வகை எதிரொளிப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 4-30 (அ)
எதிர் நிழல் உருக்காட்டு எதிரொளிப்பு



படம் 4-30 (ஆ)
பரவி விரவச் செய்யும் எதிரொளிப்பு



படம் 4-30 (இ)
எதிர் நிழல் உருக்காட்டு பரவி விரவச் செய்யும்படியான கலப்பு எதிரொளிப்பு

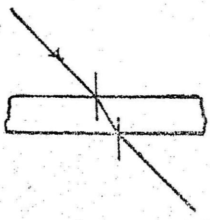
காகிதம், சொரசொரப்பாக்கப்பட்ட கண்ணாடி, வண்ணந் தீட்டிய உட்கூரைகள் போன்ற கரடு முரடான மேற்பரப்புகளின் மீது, ஒளிக் கதிர் படும்பொழுது, இக் கதிர் சிதறடிக்கப்பட்டு, எல்லாத் திசைகளிலும் படம் 4-30 (ஆ)-ல் காட்டியபடி பரவலாக எறியப்படும். இப்படி எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளிக் கதிர்கள் படம் 4-30 (ஆ)-ல் காட்டியபடி எல்லாத் திசைகளிலும் பரவி விரவுவதால், ஒளித் தோற்றுவாயின் பிம்பம் ஏற்படுவதில்லை. இப்படிப்பட்ட எதிரொளிப்புக்குப் பரவி விரவச் செய்யும் எதிரொளிப்பு அல்லது சிதறல் எதிர் ஒளிப்பு (diffused reflection) என்று பெயர். எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளியினை, எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே சீராகப் பரவி விரவச் செய்யும் மேற்பரப்பு கொண்ட எதிரொளிப்பானை (reffector) முழுமையான எதிரொளிப்பான் என்று கூறுவர். வெள்ளை நிற மை ஒற்றுத்தாள் (white blotting paper), இந்த முழுமை எதிரொளிப்பானுக்கு இணையானது. ஆகவே, எதிரொளிப்புக் காரணி என்பது ஒரு பொருளின் மேற்பரப்பின் மீது பட்டு,

எதிரொளிக்கப்பட்ட ஒளிக்கும், படு ஒளிக்கும் உள்ள விகிதம் இதனையே எதிரொளிப்பு விகிதம் அல்லது எதிரொளிப்புக் குணகம் என்றும் கூறுவர்.

எதிர் நிழல் உருக்காட்டும் படியும் பரவி விரவச் செய்யும்படியும் உள்ள கலப்பு எதிரொளிப்பில, எதிரொளிப்புக் கதிர்கள் பரவலாகச் சிதறடிக்கப்பட்டாலும், படுகோணத்திற்குச் சமமாக உள்ள எதிரொளிப்புக் கோணத்தில், சிதறடிக்கப்பட்ட ஒளிக் கதிர்களின் செறிவு அதிகமாக இருப்பதைப் படம் 4–30 (இ)-லிருந்து கண்டறியலாம்.

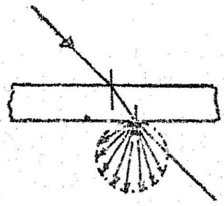
இதேபோல் ஒளிச் செலுத்தும் (light transmission) தெளிவான கண்ணாடி, திரவங்கள் போன்ற ஊடகங்களின் வழியாகப் படம் 4–30 (ஈ)-ல் காட்டியபடி நேரடியாக ஊடுருவிச் செல்லும் மணக்கல் வகைக் கண்ணாடி (opal glass), சலவைக் கல் (marble போன்ற ஊடகங்களின் வழியாக ஒளி ஊடுருவிப் பாயும்பொழுது வெளிப்படும் விலகுக் கதிர்க் கற்றைச் சிதறடிக்கப்பட்டு படம் 4-30 (உ -ல் காட்டியவாறு பரவி விரவி இருக்கும்.

சொரசொரப்பான கண்ணாடி (frosted glass), அணி செய்ய பயன்படுத்தப்பட்ட கண்ணாடி (ornamental glass) போன்ற ஊடகங்களின் வழியாக ஒளி ஊடுருவிச் சென்றால் படம் 4-30 (ஊ)-வில் காட்டியபடி பரவலாகப் படர்ந்து செலுத்தப்படும்.



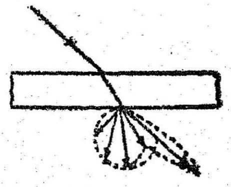
படம் 4·30 (ஈ)

நேரிடைச் செலுத்தம்
(Direct transmission]



படம் 430 (உ)

பரவி விரவச் செய்யும் அல்லது
சிதறொளிச் செலுத்தம்
[Diffused transmission]



படம் 4-30 (ஊ)

படர்வுச் செலுத்தம்
[Spread transmission]

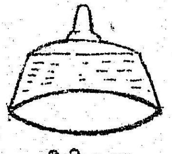
ஓர் ஒளிக் கதிர் ஓர் ஊடகத்தின் வழியாய் ஊடுருவிச் செல்லும் பொழுது, திசை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. அடர்மிகு ஊடகத்தில் ஒளிக்கதிருக்கும், செங்குத்துக் கோட்டிற்கும் இடையே யுள்ள கோணம், அடர் குறைவு ஊடகத்தில் ஏற்படும் கோணத்தினை விடக் குறைவாக இருக்கும். இந்தத் தன்மையினைப் பயன்படுத்தி

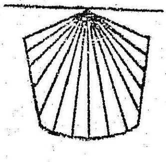
ஒளிவிலகல் பொருளினைத் (refractor) தயாரிக்கிறார்கள். இந்த அமைப்பின் மூலம், ஒளியின் பெரும் பகுதியைக் குறிப்பிட்ட திசை வழியில் திருப்பிச் செலுத்த முடிகிறது. தெரு ஒளியூட்டப் பொருத்தியின் அமைப்பு நேரடிச் செலுத்தத் தத்துவத்தின்படி அமைந்ததே.

மணிக்கல் வகைக் கண்ணாடி (opal glass) என்பது சிறு துகள்களைக் கொண்ட ஒரு சாதாரண கண்ணாடியாகும். இச்சிறு துகள்கள் வெவ்வேறு ஒளிவிலகல் எண்களைக் கொண்டது. இவையே ஒளிச் சிதறலுக்குக் காரணமாய் விளங்குகின்றன. ஆகவே, ஒளியினைப் பரவி விரவிச் செலுத்துதற்கு (diffused transmission) இந்த மணிக்கல் வகைக் கண்ணாடி ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். ஒளியினைப் பரவலாகச் சிதறடிக்கும் தன்மை வாய்ந்த இத்தகைய கண்ணாடிப் பொருத்திகளைப் (diffused glass fittings) பயன்படுத்திக் கண் கூசுதலைத் தவிர்க்கலாம்.

4-6-7-1. எதிரொளிப்பான் வகைகள் (Types of reflection)

(i) பிரிகை எதிரொலிப்பான்கள் (Dispersive reflectors) :





படம் 4-31 (அ) படம் 4-31 (ஆ)

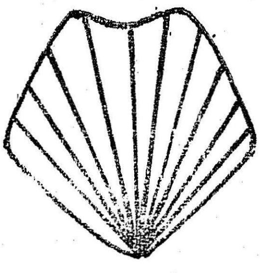
எதிரொளிப்பான் வகைகள்

படம் 4-31. (அ)-ல் உள்ள பிரிகை எதிரொளிப்பான் தொழிற்சாலைகளில் பெருவாரியமாகப் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குப் பொருத்தியாகும். இதனுடைய துண்டிக்கும் கோணம் (angle of cut off) 70°. செங்குத்துத் தளத்திலிருந்து 45° கோணத்தில் பெரும வத்தித்திறன் கிடைக்கும். இடைத் தொலைவு உயர விகிதம் 1-5-ல் ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கத்தைப் பெறலாம். ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்புக்கு 6 லக்ஸ் ஒளிவிளக்கம் கொடுக்கத் தேவைப்படும் மின் திறன் 1 வாட்டு. நடுத்தரமான உட்கூரை உயரங்கள் கொண்ட இடங்களில் இவற்றைப் பயன் படுத்தலாம்.

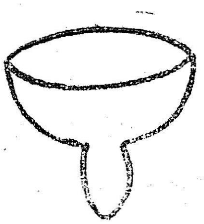
(ii) ஒரு முகப்படுத்தும் எதிரொளிப்பான்கள் (Concentrating reflectors) ;

இந்த எதிரொளிப்பின் அமைப்பு ஆழமான பரவலை

(deep parabola) வடிவமானது [படம் 4 32-(அ).] செங்குத்துத் தளத்திற்கு 25° கோணத்தில, பெரும வத்தித்திறன் கிடைக்கும், இதனுடைய துண்டிக்கும் கோணம் 60. இடைத் தொலைவு உயர



படம் 4-32 (அ)
ஒருமுகப்படுத்தும்
எதிரொளிப்பான்

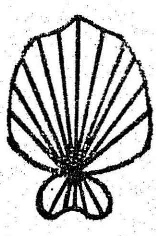


படம் 4-32 (ஆ)
ஒருமுகப்படுத்தும்
எதிரொளிப்பான்
போலார் வளைகோடு

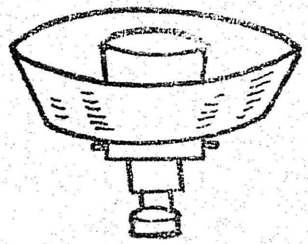
விகிதம் 1·0 ஆக இருக்கும்பொழுது இந்த அமைப்பின் மூலம் ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கத்தினைப் பெறலாம் [படம் 4–32 (ஆ)]. தலைக்கு மேல் உயரத்தில் வைக்கப்பட்ட பாரந்தூக்கிப் பொறியுள்ள பணி மனைகளில் இத்தகைய விளக்குப் பொருத்திகள் அதிகமான உயரத்தில் பொருத்துவதற்கு உகந்தவை.

(iii) எஃகுக் கண்ணாடிச் சிதறொளிப் பொருத்தி (Glass Steel diffusing fittings)

இத்தகைய விளக்குப் பொருத்திகளின் அமைப்பு படம் 4-33 ல் காட்டியபடி அமைந்திருக்கும். இத்தகைய அமைப்பு உயர்தர



படம் 4-33 (அ)
எஃகுக்கண்ணாடி சிதறொளிப் பொருத்தி

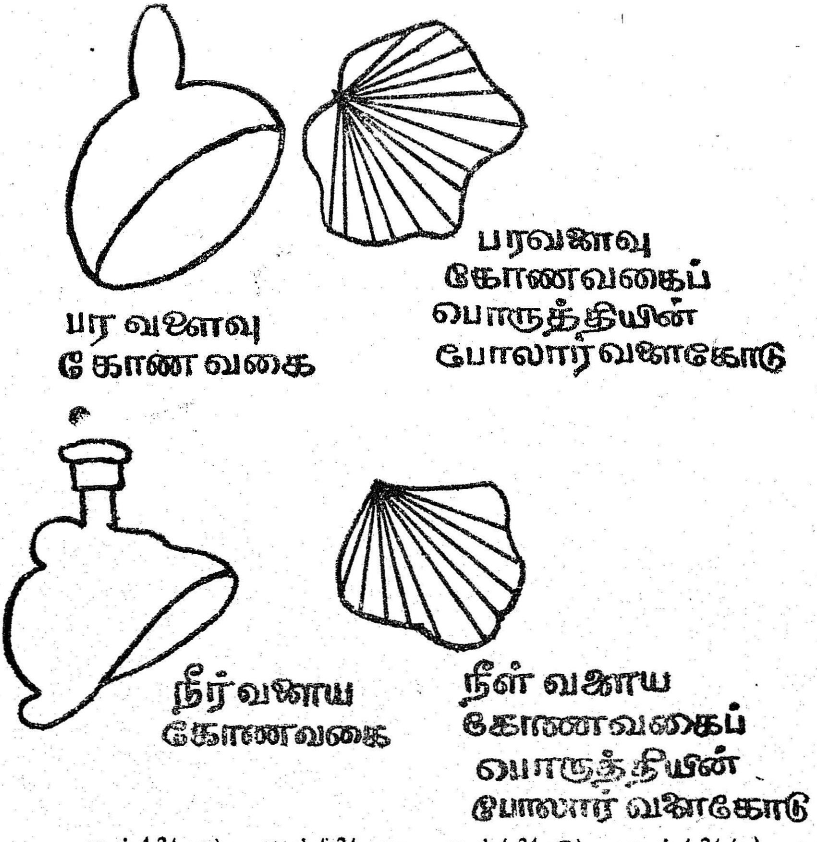


படம் 4-32 (ஆ)
எஃகுக் கண்ணாடி சிதறொளிப
பொருத்தியின் போலார் வளைகோடு

ஒளியினைத் தரும். இது கண்கூசுதலைக் குறைக்கச் செய்வதுடன், அடர்த்தி குறைந்த நிழல்களையும் தருகின்றது. செங்குத்துதளத்

திலிருந்து 0° முதல் 45° கோண அளவு வரை பெருமவத்தித்திறன் கிடைக்கும். இடைத்தொலைவு உயர விகிதம் 1¼ இருக்கும் பொழுது ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கம் கிட்டும். படம் 4-33-(ஆ)ல் இத்தகைய அமைப்பின் போலார் வளைகோடு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. ஒளியின் சிறு பகுதி உட்கூரைக்குச் செல்வதால் உட்கூரை இருட்டினைக் (ceiling gloom) குறைக்கும்.

(iv) கோண எதிரொளிப்பான் (Augle reflectors)



படம்-4 34 (அ) படம் 4-34 (ஆ) படம் 4-34 (இ) படம் 4-34 (ஈ)
கோண எதிரொளிப்பான் வகைகள்

தொங்கும் முறையில் அமைத்தால் இடையூறாக இருக்கும் இடங்களில் இத்தகைய கோண எதிரொளிப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படும். படம் 4-34-ல் பல்வேறு கோண வடிவங்களில், இக்கோண எதிரொளிப்பான்கள் தேவையான ஒளிப்பரவலுக்

கேற்றவாறு உள்ளன. அவற்றில் பரவளைவு (parabolic), நீள் வளைவு (elliptical) கோண வகை அமைப்புகள் படம் 4-34 (அ) முதல் படம் 4-34(ஈ) வரையிலும் முறையே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன முக்கிய அச்சிலிருந்து சாய்வுக்கோணம் 45°, துண்டிக்கோணம் 17° செங்குத்துத் தளத்திற்கு பின்புறமாகவும், 84° முன்புறமாகவும் உள்ளது. முன்புறத்தில் 15° முதல் 75° கோண அளவு வரை பெரும வத்தித்திறன் கிடைக்கும்.

(v) கிணறு கண்ணாடிப் பொருத்திகள் (well glass fittings) இந்த அமைத்புகளை, அமிலப்புகையும் ஈரமும் உண்டாகும் இடங்களில் பயன்படுத்துவர்.

(vi) பருமத்தலைப் பொருத்திகள் (bulk head fittings) உந்து வண்டியிடும் இடம் (garrage) சுரங்கவழி (tunnel) நடைக்கூடம் (corridor) போன்ற இடங்களில் விளக்குகளை இயல்பாகத் தொங்க விடுவதற்குத் தேவையான இடவசதி கிடையாது. அப்படிப்பட்ட இடவசதியில்லாத இடங்களில் இத்தகைய விளக்குப் பொருத்திகளைக் கொண்டு அகல வாட்டத்தில் ஒளிப்பரவல் கிடைக்கும்படிச் செய்யலாம்.

4-6-8. ஒளியூட்ட அமைப்புகள் (Lighting Schemes)

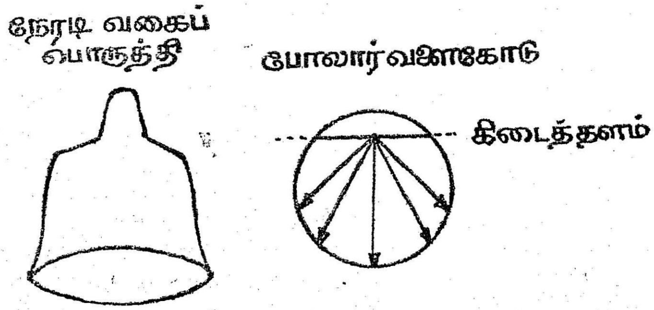
தொழிலியலில் பல்வேறு வகையான ஒளியூட்ட அமைப்புகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஓர் அமைப்புக்கு, ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்குமுன், விளக்கின் வத்தித்திறன் பரவல் (candle power distrbution) இயல்பாக ஒரு பொருளைப் பார்க்கும்பொழுது, கண் கூசுதல், அடர்ந்த நிழல் போன்றவை இல்லாமல் வகுக்கப்படும் ஒளிவிளக்கத் திட்டம், அதிகமான விவரங்கள், நுட்பமான வேறுபாடுகள் ஆகியவற்றைக் கடும் முயற்சியில்லாமல் பார்க்கத் தேவைப்படும் மிகுதியான ஒளி விளக்கம், எளிதில் புதுப்பிக்கும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்ட விளக்கும். பொருத்திகள், சூழ்நிலைக்கு உகந்தவாறு விளக்குகளை அமைத்தல் போன்றவற்றை பனத்திற் கொண்டு, அதற்கேற்ற வாறு ஒளி அமைப்பினைத் திட்டமிடுவர்.

பொதுவாக உட்புற ஒளி அமைப்புகளை ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

4-6-8-1 நேரடி ஒளியூட்ட அமைப்பு (Direct Lighting)

படம் 4-35 (அ)-ல் நேரடி வகைப் பொருத்தி காட்டப் பட்டுள்ளது. இம் முறையில், விளக்கினின்று வரும் ஒளியானது

பார்க்க வேண்டிய பொருள் அல்லது, ஒளியூட்டப்பட வேண்டிய பகுதியின் மேற்பரப்பின்மீது நேரடியாக படுகின்றது. குடியிருப்புக் கட்டடங்கள் வணிகத்துறை முக்கியமாகத் தொழிலியல் துறைப் பகுதிகள் போன்றவற்றிற்கு இந்த வகை ஒளியூட்டம் அமைக்கப் படுகின்றன.



படம் 4-35 (அ) படம் 4-35 (ஆ)

ஒளிப்பாய்வின் பரவல்

கீழ் நோக்கியப் பரவல் [Downward distribution] 90-100%

மேல் நோக்கியப் பரவல் [Upward distribution] 0-10%

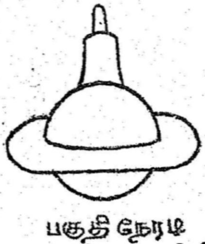
படம் 4-35 (அ)-வில் காட்டியபடி நேரடி வகைப் பொருத்தியைப் பயன்படுத்தி, விளக்கின் மொத்த ஒளிப் பாய்வில் 90 சதவீதத்திற்குக் குறையாத ஒளியினைப் படம் 4-35 (ஆ)-ல் காட்டியபடி கிடைத் தளத்திற்குக் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள வேலை செய்யும் தளத்தில் கிடைக்கும்படிச் செய்யலாம். இந்த அமைப்பு சிறந்த பயனுறு திறன் வாய்ந்தது. எனினும், இவற்றால் விழுகின்ற நிழல்கள் அடர்த்தி மிகுந்து காணப்படும். நிழல்களின் அடர்த்தியைக் குறைக்க வேண்டுமானால், ஒளிவிளக்கப் பரப்பினை அதிகரிக்க வேண்டும். இன்றேல், விளக்குகளைப் பரிந்துரைக்கப்பட்ட இடைவெளிக்கும், குறுகிய அளவு இடைவெளியுடன் பொருத்த வேண்டும். மேலும் இதன் மூலம் நேரடியாக வருகின்ற ஒளியும், அறையின் உட்பரப்புகளின்மீது பட்டுப் பிரதிபலிக்கப்பட்டு வரும் ஒளியும் கண்ணைக் கூசச் செய்கின்றன. இந்த ஒளி சுருங்கை விளைவினைத் (tunneling effect) தரவல்லது. அதாவது உட்கூரை இருண்டிருக்கும். விளக்கின் ஒளிப்பாயத்தின் சுமார் 10 சதவீத அளவு, அறையின் உட்கூரைக்கு ஒளிவிளக்கம் செய்வதன் மூலம் சுருங்கை விளைவினைத் தவிர்க்கலாம்.

நேரடி ஒளியூட்ட அமைப்பு, கீழே இருக்கும் வேலை செய்யும் தளத்திற்கு அளிக்கப்படும், ஒளிவிளக்கச் செறிவினைப் பொறுத்துப்

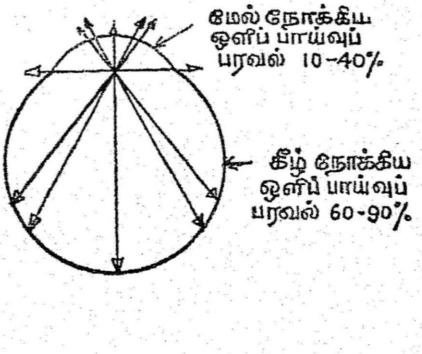
பல்வேறு விதமாகப் பிரிக்கலாம். படர்வுப் பகிர்வு முறை (spread distribution), பார்க்கும் பொருள் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். தாழ்த் தூண் இடைவெளி (low bay) கொண்ட பரப்புகளில் பயன்படுத்தப்படும். ஒருமுகப்படுத்துப் பகிர்வு முறை (concentrating distribution), விளக்குப் பொருத்தப்படும் உயரம், அறையின் அகலத்திற்குச் சரியாகவே அதற்கு அதிகமாகவே உள்ள இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும்.

4-6-8-2. பகுதி நேரடி ஒளியூட்ட அமைப்பு (Semi direct lighting)

படம் 4-36 (அ)-ல் பகுதி நேரடி வகைப்பொருத்தி காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த முறை அமைப்பின் மூலம் விளக்கின் மொத்த ஒளிப் பாய்வில் 60 சதவீதம் முதல் 90 சதவீதம் வரை படம் 4-36 (ஆ)-ல் காட்டியபடி கிடைத்தள மட்டத்திற்குக் கீழே யுள்ள தரைப் பகுதிக்கும், மிகுதியினை அறையின் உட் கூரைப் பகுதிக்கும் ஒளிவிளக்கம் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அறையின் உட்கூரையின் பகுதியினை ஒளி விளக்கம் செய்கிறோமோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு, பொலிவு மாறுபாடு, நிழல்களின் அடர்த்தி, கண்கூசுதலும் குறைந்து சீராகப் பரவி விரவியுள்ள ஒளி கிடைக்கிறது. தகுதி வாய்ந்த பகுதி நேரடிப் பொருத்தியினைக் கொண்டு இத் தன்மையான ஒளியூட்ட அமைப்பினைப் பெறலாம்.



படம் 4-36 (அ)



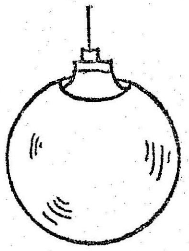
படம் 4-36 (ஆ)
ஒளிப்பாய்வின் பரவல்

உயரமான உட்கூரைகள் கொண்ட அறைகளுக்கு, ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கம் தருவதற்கு இம் முறை மேற்கொள்ளப்படு

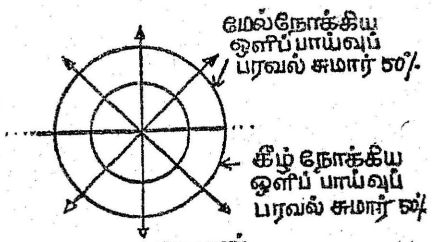
கிறது. விரவல் உருண்டை வடிவக் கண்ணாடி மூடிகளைப் (diffusing glober) பயன்படுத்தி வேலை செய்யும் தளத்தினைப் பொலிவு மிக்கதாகச் செய்வதுடன், இந்த அமைப்பின் பயனுறு திறனையும் அதிகரிக்கலாம்.

4-6 8-3 பொது நிலை ஒளி விரவல் அல்லது நேரடி-மறைமுக ஒளியூட்டம் (General or Direct-indirect Lighting)

பொது நிலை ஒளி விரவல் வகைப் பொருத்தி ஒன்று படம் 4-37 (அ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குப் பொருத்தி, விளக்கின் கீழ்ப் பகுதியிலும், மேல் பகுதியிலும் படம் 4-37 (ஆ)-ல் காட்டியபடி கிட்டத்தட்ட சமமான ஒளிப் பாய்வினைத் தரும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது



படம் 4-37 (அ)



படம் 4-37 (ஆ)

நேரடி-மறைமுக ஒளியூட்டம்

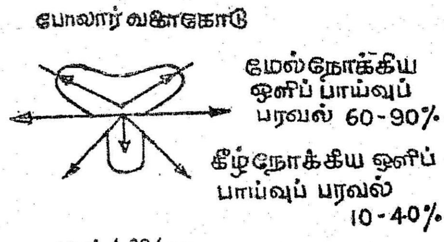
விளக்கின் மொத்த ஒளிப் பாயத்தில் 40 முதல் 60 சதவீதம் வரை இரு அரைக் கோளப் பகுதிகளுக்குச் சமமாகப் பகிர்ந்து அளிக்கப்படுகிறது இந்த அமைப்பின் பயனுறுதிறன், அறையின் உட்சுவர் மேற்பரப்புகளின், குறிப்பாக உட்கூரையின் ஒளிப்புத் திறனைப் பொறுத்துள்ளது. இக் காரணத்தினால் இம் முறையை அலுவலகங்கள், செய் முறைக் கூடங்கள் ஆகிய இடங்களில் பயன்படுத்துகின்றனர். கூர்ந்து பார்க்கும் வேலை செய்வதற்குகந்த தூய்மையான தயாரிப்பு ஆலைகளில் இம் முறை ஒளி அமைப்புகள் பயன்பட்டு வருகின்றன.

4-6-8-4 பகுதி மறைமுக ஒளி அமைப்பு (Semi indirect lighting)

படம் 4-38 (அ)-ல் பகுதி மறைமுக வகைப் பொருத்தி ஒன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்பின் மூலம், விளக்

கின் ஒளிப் பாய்வின் 60 முதல் 90 சதவீதம் வரை, விளக்கு கிடைத் தள மட்டத்தின் மேற்பகுதியினை நோக்கி ஒளிவிளக்கம் செய்வர் (படம் 4-38). இந்த முறையில் பார்க்கப்படும் பொருளினை, ஒளியின் பெரும் பகுதி உட்கூரையில் பட்டு, விரவல் பிரதிபலிப்பு (diffuse deflection) மூலமாகவும், மறு பகுதி விளக்கினின்றும் நேரடியாகவும் வந்தடைகின்றன இந்த அமைப்புக்கு அறையின் உட்புறச் சுவர்கள் மிகுந்த ஒளிப்புத் திறன் வாய்ந்ததாக இருக்க வேண்டும். இச் சுவர்களை நன் முறையில் பேணிக் காத்தலும் அவசியமாகிறது. ஆகவே, பிரதிபலிப்புக் கண்கூசுதல் சிரமமாக உள்ள வேலை செய்யும் தளங்களைக் கொண்ட சில தொழிற்சாலைகளில் இதனைப் பயன்படுத்துகின்றனர். மேலும், மறைமுக ஒளி அமைப்பில் ஒருவித பரவசம் உண்டாகிறது. கவர்ச்சியுடையதாயிருக்கிறது. மனச் சோர்வு அகற்றப்படுகிறது. ஆகவே, இம் முறை ஒளி அமைப்பினைச் சிலர் விரும்புவர். இவற்றால் விழுகின்ற நிழல்கள் அடர்த்தி குறைந்து காணப்படும். இவற்றின் பயனுறு திறன் குறைவு.

படம் 4-38 (அ)



படம் 4-38 (ஆ)

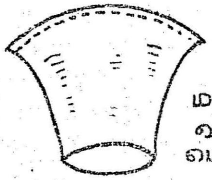
பகுதி மறைமுக ஒளி அமைப்பு

4-6-8-5. மறைமுக ஒளி அமைப்பு (Indirect Lighting)

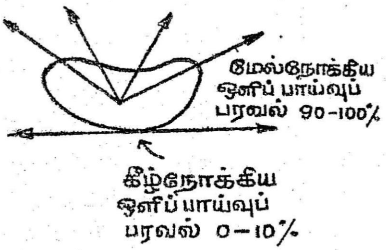
படம் 4-39 (அ)-ல் மறைமுக வகைப் பொருத்தி ஒன்று காட்டப்பட்டுள்ளது.

இந்த வகை அமைப்பில் விளக்கின் மொத்த ஒளிப்பாய்வில் 90 சத வீதத்துக் குறையாமல் படம் 4-39-(ஆ) ல் காட்டியபடி மேல் நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது மேற்பகுதியில் உள்ள உட்கூரையில் பட்டு, விரவல் பிரதிபலிப்பு மூலம், ஒளி, பார்க்கப்படும் பொருளை வந்தடைகின்றது. இந்த வகை அமைப்பில் உட்கூரைப் பகுதியில் ஒளி படுவதால் ஏராளமான ஒளி ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகின்றது. மேலும், அறையின் சுவர்கள் அதிக ஒளி திருப்பும் ஆற்றல் வாய்ந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும். இதனால் இந்த

அமைப்பினைப் பொதுவாக தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்துவ தில்லை. இந்த அமைப்பினால் நிழலே இருக்காது. கண் கூசுதலும்



படம் 4-39 (அ)



படம் 4-39 (ஆ)

மறைமுக ஒளி அமைப்பு

இராது. இந்த அமைப்பு விளம்பரக் கடைகள், கலைக்கூடங்கள் (art galleries) ஆகிய இடங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. எனவே, தேவையான திசைகளில் ஒளியினைத் திருப்பவும் ஒளியினை ஒரே சீராகப் பரவி விரவச் செய்வதற்கும், குறிப்பிட்ட கோணத்தில் ஒளியினைச் செலுத்தாமல் தடுத்துக் கண் கூசுதலைத் தவிர்ப்பதற்கும், ஒளியின் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும் தகுந்த விளக்குப் பொருத்திகளைப் (lamp fittings) பயன்படுத்த வேண்டும்.

4-6-9 ஒளி அமைப்பினைக் கணக்கிடும் முறை (Lighting Calculation)

ஒளி அமைப்பினைக் கணக்கிடப் பொதுவாக லூமென் முறையைப் (Lumen method) பயன்படுத்துவர். லூமென முறை தோராயமான தெனினும் இம் முறையே பெரிதும் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகிறது.

லூமென் முறை

ஓர் அமைப்புக்குத் தேவையான ஒளி விளக்கத்தின் அளவு பார்த்துச் செய்யும் வேலையின் கடினம், உழைப்பின் தரம், வேலை செய்யும் நேர அளவு, பயன்படுத்தப்படும் ஒளி அமைப்பு வகை ஆகியவற்றை பொறுத்துள்ளது. பொதுவாக I. E. S. 1968 விதித் தொகுப்பின் பிரகாரம் பரிந்துரைக்கப்பட்ட ஒளி விளக்க மட்ட விதிகளைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும் (அட்டவணை 5) ஒளி விளக்கமானது. விளக்குகளின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் வகை, அவ் விளக்குகளின் செறிவு, அவற்றின் நிலைகள், அவை பொருத்தப் படும் உயரம (mounting height), எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட வேலையின் உழைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும்.

தேவையான ஒளி விளக்க மட்ட அளவினையும் தகுந்த ஒளி அமைப்பினையும் தேர்ந்தெடுத்தபின் விளக்குப் பொருத்திகளின் எண்ணிக்கையைக் கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டினைக் கொண்டு கணக்கிடலாம்.

விளக்குகளின் எண்ணிக்கை :

$$= \frac{\dfrac{\text{தேவையான ஒளி விளக்கம் (லக்ஸ்)} \times \text{பரப்பு (ச.மீ)}}{\text{மதிப்பிறக்கக் காரணி}}}{\text{ஒரு விளக்கின் லூமென் வெளிப்பாடு} \times \text{பயனுள்ள குணகம்.}}$$

மதிப்பிறக்கக் காரணியின் மதிப்பு 1·1-க்குக் குறைந்திருந்தால், கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம்.

விளக்குகளின் எண்ணிக்கை :

$$= \frac{\text{தேவையான ஒளி விளக்கம் (லக்ஸ்)} \times \text{பரப்பு (ச.மீ)}}{\text{ஒரு விளக்கின் லூமென் வெளிப்பாடு} \times \text{பயனுள்ள குணகம்} \times \text{மதிப்பிறக்கக் காரணி.}}$$

குறிப்பிட்டுள்ள விளக்குகளின் ஒளிப்பாயம், விளக்கு தயாரிப்பாளர்களிடமிருந்து பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

அட்டவணை 4-5.

எரி ஒளிர்வு விளக்கு	வாட்	ஒளிப்பாயம் (லூமென்)	பயனுறுதிறன் (லூமென்/வாட்)
(அ) (i) வெற்றிட மின் இழை விளக்கு	15	120	8·00
	25	230	9·20
(ii) வாயு நிரப்பப்பட்ட சுருள்மேல் சுருள் விளக்கு	40	430	10·75
	60	730	12·17
	75	960	12·80
	100	1380	13·80
	150	2100	14·00
	200	2950	14·75

எரி ஒளிர்வு விளக்கு	வாட்	ஒளிப்பாயம் (லூமென்)	பயனுறுதிறன் (லூமென்) வாட்
(iii) வாயு நிரப்பப்பட்ட ஒற்றைச் சுருள் விளக்கு	300 500 1000 1500 2000	4750 8400 18,800 30,000 40,000	15·83 16·80 18·80 20·00 20·00
(ஆ) தன்னொளிர் விளக்கு (வெ வெதுப்பான வெண்மை)	20 (0·61செ.மீ) 40 (1·23·மீ) 80 (1·54·மீ)	920 2460 2450	46·00 61·00 58·00
(இ) சோடிய மின்னிறக்க விளக்கு	45 60 85 140	2250 3420 5525 9100	50·00 57·00 65·00 65·00
(ஈ) பாதரச மின்னிறக்க விளக்கு	80 125 250 400 1000	2480 3875 8750 15,600 40,300	31·00 31·00 35·00 39·00 40·30

4.6.9.1. பயனுள்ள குணகம் (Co-efficient of utilization)

ஒரு விளக்கினின்று வெளி விடப்படும் ஒளிப்பாயம் முழுவதும் வேலை செய்யும் தளத்தினை (working plane) வந்தவடைவதில்லை. இந்த ஒளிப்பாயத்தின் சிறு பகுதி நேராக, ஒளி விளக்கப்பட வேண்டிய பொருளை வந்தடைகின்றது. ஒளிப்பாயத்தின் மற்ற பகுதி, சுவர்கள், உட்கூரை (ceiling) தரை விளக்குப் பொருத்திகள் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்புகளின்மீது படுகின்றது. இவற்றின்மீது படும் ஒளிப்பாயத்தின் ஒரு பகுதி, இவற்றால் உட்கவரப்பட்டு, எஞ்சிய பகுதி எதிரொளிப்பதின் மூலம் திருப்பமடைந்து ஒளி விளக்கம் செய்யவேண்டிய பொருளினை வந்தடைகின்றது. இங்ஙனம் ஒளித்தோற்று வாயினின்று ஒரு சிறு பகுதி நேராகவும், வேறு சிறு பகுதிமீதுபட்டு திருப்பமடைந்தும் வேலை செய்யும் தளத்தினை வந்தடையும் ஒளிப்பாயத்தின் அளவு விளக்

கொளி கதிர் வீசுகின்ற மொத்த ஒளிப்பாயத்தின் அளவினை விடக் குறைவாகவே இருக்கும். ஆகவே, பயனுள்ள குணகம் =

$$\frac{\text{வேலை செய்யும் தளத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட மொத்த ஒளிப்பாயம் (லூமென்கள்)}}{\text{விளக்கொளித் தோற்றுவாயினின்று வெளி விடப்பட்ட மொத்த ஒளிப்பாயம் (லூமென்கள்)}}$$

இந்தப் பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்பு கீழ்கண்டவற்றைச் சார்ந்தது.

(1) ஒளி அமைப்பின் வகை (Type of Lighting Scheme)

ஒளி அமைப்புகளைத் திட்டமிடும் பொழுது, நேரடி வகையா, பகுதி நேரடி வகையா, விரவல் வகையா, பகுதி மறைமுக வகையா, மறைமுக வகையா என நிர்ணயிக்க வேண்டும். ஏனெனில், நேரடி வகைப் பொருத்தியின் பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்பு அதிகம். ஆனால், மறைமுக வகைப் பொருத்தியில் இதன் மதிப்பு குறைவு. விளக்கொளித் தோற்றுவாயினின்று நேரிடையாக வரும் ஒளியினைப் போலார் வளைகோட்டினைக் கொண்டும் எதிர் இருமடி விதியினைப் பயன்படுத்தியும் கணக்கிடலாம். ஆனால், பன்முக எதிரொளிப்பின் (multiple reflection) மூலம் கிடைக்கும் ஒளியினைக் கணக்கிடுதல் அரிது. அனுபவ வாயிலாகக் கண்டறியும் குறிப்புகள் இம் முறைக் குகந்தவை.

(2) இட வடிவ விகிதம் (Geometric Proportion of space)

ஒளிவிளக்கம் செய்யப்பட்ட ஓர் அறையில் வேலை செய்யும் தளத்தினை வந்தடையும் ஒளிப்பாயத்தின் அளவு, பொருத்தப்பட்ட விளக்கின் உயரத்தையும் ஒளிவிளக்கம் செய்யப்பட்ட தரையின் பரப்பினையும் பொறுத்தது. பொருத்தப்பட்ட விளக்கின் உயரம் அதிகமாக அதிகமாக, வேலை செய்யும் தளத்தில் கிடைக்கும் ஒளிப்பாயத்தின் அளவு குறைந்து கொண்டே வரும். இதனால் பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்புக் குறைகிறது. கொடுக்கப்பட்ட உயரத்தை நிலையாக இருக்கும்படி வைத்துக்கொண்டு தரையின் பரப்பினைக் குறைத்தால் நேரிடையாக வரும் ஒளியின் விகிதமும் குறைகிறது. இதனால் பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்பும் குறை

மூலம் விளக்கலாம்.

$$\text{அறைக்குறி } K = \frac{l+4b}{5h} \quad (\text{அல்லது}) \quad 0.2\frac{l}{h} + 0{\cdot}8\ \frac{b}{h} \quad \ldots \quad (4\text{-}44)$$

என்ற வாய்பாட்டின் மூலம் கிடைக்கும். இதில் l என்பது அறையின் நீளம், b என்பது அறையின் அகலம், h = வேலை செய்யும் தளத்திற்கு மேல் உள்ள விளக்குப் பொருத்தியின் உயரம். (குறிப்பு : பகுதி மறைமுக வகை அல்லது, மறைமுக வகையில் h-ன் மதிப்பு, வேலை செய்யும் தளத்திற்கு மேல் உட்கூரை (ceiling) வரையில் உள்ள உயரத்தைக் குறிக்கும்.) எடுத்துக்காட்டாக 10மீ. நீளம், 5 மீ அகலம், 4 மீட்டர் உயரம் உள்ள அறையின், அறைக் குறி = 1·5 ஆனால், இந்த அறையின் தரைப்பரப்பு அதே அளவுடையதாய் இருந்து உயரத்தை 6 மீட்டருக்கு அதிகரித்தால், அறைக்குறியின் மதிப்பு 1·5-லிருந்து குறைந்து 1.0 ஆகிறது. அறையின் உயரத்தை 4 மீட்டராக வைத்துக் கொண்டு தரையின் பரப்பினை அகல வாட்டத்தில் 10 × 5 மீட்டரிலிருந்து 10 × 3 மீட்டருக்குக் குறைத்தால், அறைக்குறியின் மதிப்பு 1.5-லிருந்து 1.1-க்குக் குறைகிறது. அதாவது அறைக்குறியின் மதிப்புக் குறையக் குறைய, பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்பும் குறைகிறது. பொதுவாக உயர அதிகரிப்பும், அகலக் கட்டையும் கொண்ட அறையின் சுவர்களால் உட்கிரகிக்கப்படும் ஒளிப்பாய்வு சதவீதம் அதிகரிப்பதால் பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்புக் குறைகிறது.

(3) உட்கூரை, சுவர்கள் ஆகியவற்றின் எதிரொளிப்புக் காரணிகள் (Reflection Factors of Ceiling and Walls)

அறையின் உட்கூரை, சுவர்கள் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்புகளின்மீது ஒளிபட்டு, திருப்பமடைந்த ஒளிப்பாய்வினை மதிப்பிடும் பொருட்டு, எதிரொளிப்புக் காரணி பயன்படுத்தப்படும். ஒரு பொருளின்மீது எதிரொளிப்பு அடையும் ஒளிக்கும், படும் ஒளிக்குமுள்ள விகிதமே எதிரொளிப்புக் காரணியாகும். இந்த எதிரொளிப்புக் காரணியின் மதிப்பு, உட்கூரை, சுவர் ஆகியவற்றின் மேற்பரப்புகளின் பரப்பினையும், அவற்றின் இயல்பான நிலையையும், நிறத்தையும் எதிரொளிப்புகளின் எண்ணிக்கையினையும் பொறுத்துள்ளது. மேலும் உட்கூரை, சுவர்கள் ஆகியவற்றின் நிறம் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு இருண்ட சாயலையுடையதாயிருக்கிறதோ அந்த அளவுக்கு, வேலை செய்யும் தளத்தினை வந்தடையும் ஒளிப்பாயம் குறைகிறது. இந்த மேற்பரப்புகளின் பரப்பு அதிகரித்தாலும், ஒளிவிளக்கம் செய்யும் பொருளினை வந்தடையும் ஒளியின் அளவும் குறைகிறது. உட்கூரை, சுவர்கள் ஆகிய

வற்றின் நிறத்திற்கேற்ப எதிரொளிப்புக் காரணியின் மதிப்பு மாறுபடும்.

எதிரொளிப்புக் காரணிகளின் மதிப்புக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 4-6.

உட்கூரை அல்லது சுவர்களின் நிறம்	எதிரொளிப்புக் காரணி
(அ) வெண்மை அல்லது மிகையான வெளிர் நிறங்கள் (white or very light colours)	0·7
(ஆ) வெளிர் நிறங்கள் (light colours)	0·5
(இ) வெளிர்த்திருக்கும் கருமை நிறத்திற்கும் நடுத்தரமான சாயல் (medium shade)	0·3
(ஈ) இருண்ட சாயலையுடைய நிறங்கள் (dark colours)	0·1

சுருங்கக் கூறின் பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்புக் கீழ்கண்ட நிபந்தனைகளைப் பொறுத்துள்ளது :

(1) ஒளி அமைப்பு வகை.

(2) ஒளி விளக்கம் செய்ய வேண்டிய பகுதியின் பரப்பு.

(3) விளக்குப் பொருத்திகளின் உயரம்.

(4) அறையின் உட்கூரை, சுவர்கள் போன்றவற்றின் நிறம், எதிரொளிப்புக் காரணி முதலியன.

பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்பினைக் கணக்கிடும் முறை

(i) ஒளி அமைப்பு வகையினை முதலில் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும் (நேரடி வகை, மறைமுக வகை, பகுதி நேரடி பகுதி மறைமுகம், விரவல்)

(ii) ஒளி அமைப்பினைத் தேர்ந்தெடுத்தபின் கொடுக்கப்பட்ட அறையின் அளவுகளைக் கொண்டு, அறைக் குறியினைக் (K) கணக்கிட வேண்டும்.

(iii) உட்கூரையின் நிறத்திற் கேற்றவாறு, இதன் எதிரொளிப்புக் காரணியை (F_c) கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

(iv) சுவரின் நிறத்திற்கேற்றவாறு, இதன் எதிரொளிப்புக் காரணியைக் (F_w) கண்டுபிடிக்கவும். ஒளி அமைப்பு வகையில் பிரிக்கப்பட்ட அட்டவணையிலிருந்து K, F_c, F_w ஆகியவற்றின் மதிப்புக்கேற்ற, பயனுள்ள குணகத்தின் அளவினைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

அட்டவணை 4-7.

7 (A) நேரடி வகை (Direct)

	பயனுள்ள குணகம்								
F_c	0·7			0·5			0·3		
F_w	0·5	0·3	0·1	0·5	0·3	0·1	0·5	0·3	0·1
K									
1	0·27	0·21	0·17	0.26	0·21	0·17	0·26	0·21	0·17
1·2	0·32	0·26	0·21	0·31	0·25	0·21	0·30	0·25	0·21
1·5	0·38	0·32	0.27	0·37	0·32	0·27	0·36	0·31	0·27
2	0·46	0·40	0·36	0·45	0·40	0·36	0·44	0·39	0·36
2·5	0·51	0·46	0·42	0·50	0·46	0·42	0·49	0·45	0.64
3	0·55	0·50	0·46	0·54	0·50	0·46	0·53	0·49	.042
4	0·61	0·56	0·53	0·60	0·56	0·53	0·59	0·55	0·53
5	0·64	0·60	0·57	0·63	0·60	0·57	0·62	0·60	0·57
6	0·67	0·63	0·61	0·66	0·63	0·60	0·65	0·62	0·60
8	0·70	0·67	0·65	0·69	0·67	0·65	0·68	0·66	0·65
10	0·72	0·70	0·68	0·71	0·69	0·67	0·71	0·69	0·67

7 (B) பகுதி நேரடி வகை (Semi Direct)

F_0	0·7			0·5			0·3		
F_W	0·5	0·3	0·1	0·5	0·3	0·1	0·5	0·3	0·1
K									
1	0·27	0·21	0·17	0·25	0·20	0·16	0·23	0·19	0·15
1·2	0·32	0·26	0·21	0·30	0·24	0·20	0·27	0·23	0·19
1·5	0·38	0·32	0·27	0·35	0·30	0·26	0·33	0·28	0·24
2	0·46	0·40	0·35	0·43	0·37	0·33	0·39	0·35	0·32
2·5	0·51	0·45	0·41	0·47	0·43	0·39	0·44	0·40	0·36
3	0·55	0·50	0·45	0·51	0·47	0·43	0·47	0·44	0·40
4	0·60	0·56	0·52	0·56	0·52	0·49	0·52	0·49	0·46
5	0·64	0·60	0·56	0·60	0·56	0·53	0·56	0·53	0·50
6	0·66	0·63	0·59	0·62	0·59	0·56	0·58	0·56	0·53
8	0·70	0·67	0·64	0·66	0·63	0·61	0·61	0·59	0·57
10	0·72	0·69	0·67	0·68	0·65	0·63	0·64	0·62	0·60

7 (C) விரவல் வகை (Diffusers) பயனுள்ள குணகம்

1	0·20	0·15	0·12	0·18	0·13	0·10	0·15	0·11	0·09
1·2	0·24	0·18	0·15	0·21	0·16	0·13	0·17	0·14	0·11
1·5	0·28	0·23	0·19	0·24	0·20	0·16	0·21	0·17	0·14
2	0·34	0·29	0·25	0·30	0·25	0·21	0·25	0·21	0·18
2·5	0·39	0·33	0·29	0·33	0·29	0·25	0·28	0·25	0·22
3	0·42	0·37	0·32	0·36	0·32	0·22	0·31	0·27	0·24
4	0·46	0·42	0·38	0·40	0·36	0·33	0·34	0·31	0·29
5	0·50	0·45	0·42	0·43	0·40	0·37	0·37	0·34	0·32
6	0·52	0·48	0·45	0·45	0·42	0·39	0·39	0·36	0·34
8	0·55	0·52	0·49	0·48	0·45	0·43	0·42	0·39	0·37
10	0·57	0·54	0·51	0·50	0·48	0·46	0·43	0·41	0·40

7 (**D**) பகுதி—மறைமுக வகை

F_c	0.7			0.5			0.3		
F_w	0·5	0·3	0·1	0·5	0·3	0·1	0·5	0·3	0·1
K									
1	0·24	0.19	0·15	0·18	0.15	0·12	0·13	0·11	0·09
1·2	0·28	0·22	0·19	0.21	0·18	0·15	0·16	0·13	0·11
1·5	0·33	0·28	0·24	0·25	0·22	0·19	0·19	0·16	0·14
2	0·39	0·34	0·31	0.31	0·27	0·25	0·22	0·20	0·18
2·5	0·44	0·39	0·36	0·34	0·31	0·28	0·25	0·23	0·21
3	0.47	0·43	0·39	0·37	0·34	0·31	0·27	0·25	0·23
4	0·51	0·48	0·45	0·40	0·38	0·36	0·30	0·28	0·27
5	0·54	0·51	0·49	0·43	0·41	0·39	0·32	0·30	0·29
6	0·56	0·54	0·51	0·45	0·43	0·41	0·33	0·32	0·30
8	0·59	0·57	0·55	0·47	0·45	0·44	0·35	0·34	0·33
10	0·61	0·59	0·57	0·48	0·47	0·46	0·36	0·35	0·34

7 (E) மறைமுக வகை

1	0·12	0·10	0·08	0·08	0·06	0·05	0·04	0·04	0·03
1·2	0·14	0·11	0·09	0·09	0·07	0·06	0·05	0·04	0·04
1·5	0·17	0·13	0·12	0·11	0·09	0·08	0·06	0·05	0·04
2	0·20	0·17	0·15	0·13	0·11	0·10	0·07	0·06	0·06
2·5	0·21	0·20	0·17	0·14	0·13	0·12	0·08	0·07	0·07
3	0·23	0·21	0·18	0.15	0·14	0·12	0·08	0·08	0·07
4	0·25	0·23	0·21	0·17	0·15	0·14	0·09	0·09	0·08
5	0·27	0·25	0·23	0·18	0·16	0·15	0·10	0·09	0·09
6	0·28	0·26	0·24	0·18	0·17	0·16	0·10	0·10	0·09
8	0·29	0·27	0·25	0·19	0·18	0·17	0·11	0·10	0·10
10	0·31	0·28	0·27	0·20	0·19	0·18	0·11	0·11	0·10

4-6-9-2. மதிப்பிறக்கக் காரணி (Depreciation factor)

இதனையே பராமரிப்புக் காரணி (maintenance factor) என்றும் வழங்குபர். அழுக்கு, தூசி போன்றவை விளக்குப் பொருத்திகள், சுவர்கள், உட் கூரைகள்மீது படிவதால், ஒளிப் பாய்வு இழப்பு ஏற்படுகிறது. மேலும், விளக்குகள் மூப்படைவ தாலும் (ageing) ஒளிப்பாய்வு இழப்பு உண்டாகிறது. ஒளி அமைப்புகளைத் திட்டமிடும் பொழுது, இத்தகைய காரணியைக் கொண்டு, மதிப்பிழப்புகளுக்கு ஈடு செய்யவேண்டும். மதிப்பிறக்கக் காரணி ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அளவினையுடையதாயிருந்தால், கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கலாம்.

மதிப்பிறக்கக் காரணி =

$$\frac{\text{எல்லாம் புத்தம் புதிதாக இருக்கும்பொழுது கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம்}}{\text{இயல்பான நடைமுறையில் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம்}}$$

சில ஒளிவிளக்கு நூல்களில், இதன் மதிப்பினை ஒன்றுக்குக் குறைவாகவே கூறுவர். அப்பொழுது மதிப்புக் காரணி இயல்பான நடைமுறையில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கத்திற்கும், எல்லாம் தூய்மையாய் இருக்கும் பொழுது கிடைக்கும் ஒளி விளக்கித்திற்கு முள்ள விகிதம் ஆகும். மதிப்பிறக்கக் காரணி என்கிற பராமரிப்புக் காரணியின் மதிப்பு, விளக்குப் பொருத்திகளின் வகையைப் பொறுத்தது. (எ-டு): மறைமுகப் பொருத்திகளின் மேற்புறம் திறந்திருப்பதால் புழுதிபடிய ஏதுவாயிருக்கும். ஆனால், நேர்முக எஃகு எதிரொளிப்பான் பொருத்தியில் அவ்வளவாகக் கறை படியாது. மேலும், புழுதி அல்லது கறை படியும் வீதம் (soiling rate), தூய்மைப் படுத்தும் கால இடைவெளி (cleaning period) ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் இதன் மதிப்பு மாறுபடும்.

புழுதி படியும் வீதத்தினை, குறைந்த புழுதி படிதல் வீதம் (low soiling rate), இயல்பான புழுதி படிதல் வீதம் (natural soiling rate), மிகுதியான புழுதி படிதல் வீதம் (high soiling rate) என்று மூன்று பிரிவுகளாகப் பகுக்கலாம். தூய்மையான அமைப்பிடங்களாகிய கடைகள், அலுவலகங்கள், பள்ளிகள் ஆகியவற்றைக் குறைந்த புழுதி படியும் வீதமாகக் கொள்ளலாம். ஆக்கத் தொழிலகம், தொழிற்சாலை ஆகிய இடங்களை இயல்பான புழுதி படியும் வீதத்தினைக் குறிக்கும். மிகையான புகை, அழுக்குப்படியும் இடங்களாகிய உலைக்களங்கள், வார்ப்படச் சாலைகள், கொல்லுலைகள், சுரங்கங்கள் ஆகிய இடங்களை மிகுதியான புழுதி படிதல் விதத்தில் சேர்க்கலாம்.

அட்டவணை 4-8.

விளக்குப் பொருத்தியின் வகை	மதிப்பிறக்கக் காரணி — குறைந்த அளவு புழுதி படிதல் வீதம்				இயல்பான புழுதி படிதல் வீதம்			மிகுதியான புழுதி படிதல் வீதம்		
	6 மாதம்	1 ஆண்டு	2 ஆண்டு	3 ஆண்டு	1 ஆண்டு	2 ஆண்டு	3 ஆண்டு	1 ஆண்டு	2 ஆண்டு	3 ஆண்டு
1. நேரடி வகை	—	—	—	—	1·35	1·55	1·75	1·65	2·15	2·50
2. பகுதி நேரடி வகை	—	1·25	1·40	1·60	1·45	1·80	2·00	—	—	—
3. விரவல் வகை	—	1·25	1·40	1·60	1·45	1·80	2·00	—	—	—
4. பகுதி மறைமுக வகை	—	1·35	1·55	1·75	1·65	2·5	2·50	—	—	—
5. மறைமுக வகை	1·25	1·45	—	—	—	—	—	—	—	—

4-6-9-3. பொருத்தப்படும் விளக்குகளின் உயரம் (Mounting Height)

அறையின் உட்கூரையின் உயரத்திற்கேற்றவாறு பொருத்தப்படும் விளக்குகளின் உயரத்தை நிர்ணயிக்கலாம். உள்ளிட ஒளி அமைப்பில், பொருத்தப்படும் விளக்குகளின் உயரம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைந்திருக்கிறதோ, அவ்வளக்கவ்வளவு நல்ல ஒளி விளக்கம் கிடைக்கும். எனினும், இந்த அமைப்பு கண் கூசுதலை அதிகரிப்பதுடன், விரும்பத்தகாத சமச்சீரற்ற ஒளி விளக்கத்தைத் தரும். ஆனால், பரந்தகன்ற பரப்பு கொண்ட பெரிய இடங்களுக்கு ஒளி விளக்கம் கொடுக்கும் பொழுது, பொருத்தப்படும் விளக்கின் உயரத்தை, அறையின் உட்கூரை (ceiling) கொள்ளுமளவுக்கு அதிகரிப்பர். இங்ஙனம் செய்வதால் ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கம் கிடைப்பதுடன் கண் கூசுதலும் குறைகிறது. குறிப்பாகப் பரந்தகன்ற பரப்பு கொண்ட இடங்களில் வேலை செய்யும் தளத்தினை வந்தடையும் ஒளிப்பாயத்தின் மதிப்பு பொருத்தப்படும் விளக்கின் உயரத்தைப் பொறுத்து அவ்வளவாக மாறுபடுவதில்லை. இந்த உயர மாறுதல் ஒளியமைப்பினை, அதிக சீருடையதாகவோ அல்லது குறைந்த சீருடையதாகவோ செய்யும் உட்கூரையின் உயரம் (ceiling height) குறைந்திருந்தால், பொருத்தப்படும் விளக்கின் உயரத்தினையும் குறைக்க வேண்டும். விளக்கின் உயரம் குறைந்தால், விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு தூரத்தையும் குறைக்க வேண்டும். இதனால் தேவைப்படும் விளக்குப் பொருத்திகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. ஆனால், மறைமுக ஒளி அமைப்புக்கு, விளக்குப் பொருத்தியை உட்கூரையிலிருந்து எவ்வளவு தூரத்திற்குக் கீழே விளக்கினைப் பொருத்த முடியுமோ அவ்வளவு தூரத்தில் பொருத்த வேண்டும். அப்பொழுதுதான் ஒளிமிகுந்த திறமையுடன் பிரிந்து சிதறடிக்கப்பட்டு ஒரே சீரான ஒளி விளக்கத்தினைத் தரும்.

கண்ணினைத் துன்புறுத்தச் செய்யும் கண் கூசுதலைத் தவிர்க்க விளக்கினைப் பொருத்த வேண்டிய சிறும உயரங்களைப் பின்வரும் அட்டவணை 4-9-ல் காணலாம்.

அட்டவணை 4-9.

விளக்கின் மின் திறன் (வாட்)	உயரம் (மீட்டர்)	விளக்கின் மின் திறன் (வாட்)	உயரம் (மீட்டர்)
60	2·5	300	3·7
100	2·8	500	4·3
150	2·8	1000	6·2
200	3·0		

4-6-9-4. இடைத்தொலைவு-உயர விகிதம் (Space-Height Ratio)

விளக்குகளுக்கிடையே உள்ள இடைத் தொலைவுக்கும் (horizontal distance) வேலை செய்யும் தளத்திற்கு மேல் பொருத்தப்படும் விளக்குகளின் உயரத்திற்கும் (mounting height or lamps) உள்ள விகிதமே இடைத்தொலைவு உயர விகிதமாகும்.

அதாவது இடைத்தொலைவு – உயர விகிதம்

$$= \frac{\text{விளக்குகளுக்கிடையே உள்ள இடைத்தொலைவு}}{\text{பொருத்தப்படும் விளக்குகளின் உயரம்}} \quad \ldots (4\text{-}45)$$

விளக்குப் பொருத்திகளின் உயரத்தை நிர்ணயித்தபின் விளக்குகளுக்கிடையே உள்ள தொலைவு தூரத்தைத், தகுந்த இடைத் தொலைவு-உயர விகிதத்தைக் கொண்டு கணிக்க வேண்டியுள்ளது. அறையின் உட்கூரைப் பரப்பினைச் சதுரங்களாகப் பகுத்து, அச் சதுரங்களின், மையத்தில் விளக்குகளை அமைக்கும்படி, இடைத் தொலைவினைத் தெரிந்தெடுக்க வேண்டும். இதனல் சுவருக்கு அருகில் வைக்கப்பட்ட விளக்குகள் அச்சுவரிலிருந்து இடைத் தொலைவின் (spacing) பாதியளவு தூரத்தில் இருக்கும்.

ஒரே சீரான ஒளிப்பரவல் கிடைப்பதற்கும் இருண்டபரப்புகளை நீக்கும் பொருட்டும், ஒரு விளக்கினுல் ஒளிவிளக்கம் செய்யப்பட்ட பரப்பு அருகிலுள்ள விளக்கினுல் ஒளிவிளக்கம் செய்யப்பட்ட பரப்பின்மீது கவிழ்ந்திருக்கும் (overlap) ஒரே சீரான ஒளி அமைப்பினைப் பெற, விளக்குத் தயாரிப்பாளர்களால் குறிப்பிடப்

பட்ட இடைவெளித் தொலைவு-உயர் விகிதத்தினைக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும். விளக்குக்கிடையேயுள்ள தூரம் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் குறிப்பிட்ட வரம்புக்கு மேற்பட்டிருக்கக்கூடாது.

அட்டவணை 4–10.

விளக்குப் பொருத்திகளின் வகைகள்	இணைத்தொலை தூரம்
1. நேரடி தொழில் வகைப் பொருத்திகள்	1·5 *h* (*h*-உயரம்)
2. நேரடி தொழில் ஒருமுகப்படுத்தும் வகைப் பொருத்திகள்	1·0 *h*
3. ஒளியைப்பரவி விரவச்செய்யும் பொருத்திகள் (Diffusers)	1.7 *h*
4. பகுதி மறைமுக ஒளிவிளக்கப் பொருத்திகள்	3·0 *h*
5. மறைமுக ஒளிவிளக்கப் பொருத்திகள்	3·0 *h*

எடுத்துக்காட்டு 4–13.

20 மீட்டர் நீளமும், 10 மீட்டர் அகலமும் உள்ள ஒரு வரைபட அலுவலகத்தினை (drawing office), 200 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட 12 விளக்குகளைக் கொண்டு, ஒளியூட்டஞ் செய்ய வேண்டுமானால், தரைமட்டத்தில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம் எவ்வளவு? மதிப்பிறக்கக் காரணி (depreciation factor) 1·65, பயனுள்ள குணகம் (co-efficent of utilization) 0.6, விளக்கின் பயனுறு திறன் 16 லூமென்கள் வாட் எனக் கொள்க.

(சென்னை பல்கலைக் கழகம் B.E. ஏப்ரல் 1965)

தீர்வு:

ஒளிவிளக்கம் செய்ய வேண்டிய அறையின் பரப்பு $= 20 \times 10$

$= 200$ ச.மீ

தரையில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம் E என்றால் தேவைப்படும் முழுமொத்த (gross) லூமென்கள்.

$$= \frac{\text{தேவையான ஒளிவிளக்கம் (லக்ஸ்)} \times \text{பரப்பு (ச.மீ)} \times \text{மதிப்பிறக்கக்காரணி}}{\text{பயனுள்ள குணகம்}}$$

$$= \frac{E \times 200 \times 1 \cdot 65}{0 \cdot 6} = 500\ E$$

இந்த முழுமொத்த லூமென்கள், 200 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட 12 விளக்குகளிலிருந்து கிடைக்கின்றன. ஆகவே இந்த விளக்குகளிலிருந்து கிடைக்கும் மொத்த லூமென்கள்

$= 12 \times 200 \times 16$

$= 38{,}400$ லூமென்கள்

$\therefore 550\ E = 38{,}400$

$E = \frac{38400}{550} = 69 \cdot 82$ லக்ஸ்

எடுத்துக்காட்டு 4-14.

200 வாட் திறன் கொண்ட 10 விளக்குகளைக் கொண்டு **15** மீட்டர் நீளம், 7·5 மீட்டர் அகலமுள்ள அறையினை ஒளி விளக்கம் செய்தால், வேலை செய்யும் தளத்தில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கச் செறிவு எவ்வளவு? பயனுள்ள குணகம் 0·6 எனவும், மதிப்பிறக்கக்காரணி 0·8 எனவும், 200 வாட் விளக்கின் சராசரி வத்தித்திறன் 250 எனவும் கொள்க.

தீர்வு :

200 வாட்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கின் ஒளிப்பாய்வு

$= 4\ \pi\ I$ லூமென்கள்

$= 4 \times 3 \cdot 143 \times 250$

$= 3143$ லூமென்கள்

10 விளக்குகளின் மொத்த ஒளிப்பாய்வு

$= 10 \times 3143 = 31{,}430$ லூமென்கள்

ஒளிவிளக்கம் செய்யவேண்டிய அறையின் பரப்பு

$= 15 \times 7 \cdot 5 = 112 \cdot 5$ ச.மீ .

தேவையான மொத்த ஒளிப்பாய்வு

$$= \frac{\text{பரப்பு} \times \text{ஒளிவிளக்கம்}}{\text{பயனுள்ள குணகம்} \times \text{மதிப்பிறக்கக்காரணி}}$$

$$31{,}430 = \frac{112 \cdot 5 \times E}{0 \cdot 6 \times 0 \cdot 8}$$

$$E = \frac{31{,}430 \times 0 \cdot 6 \times 0 \cdot 8}{112 \cdot 5}$$

$= 134$ லக்ஸ்

எடுத்துக்காட்டு 4-15.

70 லக்ஸ் ஒளிவிளக்கச் செறிவு கிடைக்கும்படி 21 மீட்டர் நீளம், 12 மீட்டர் அகலமுள்ள ஒரு மண்டபத்தினை ஒளிவிளக்கம் செய்தால், தேவைப்படும் விளக்குகளின் எண்ணிக்கை ஒவ்வொரு விளக்கின் மின்திறன் அளவு, விளக்கினைப் பொருத்தும் உயரம் விளக்குகளின் மனைப்பிரிவு (layout) ஆகியவற்றினைக் கண்டு பிடிக்கவும். பயனுள்ள குணகம் 0·5 எனவும், மதிப்பிறக்கக் காரணி 1·3 எனவும் கொள்க. வெவ்வேறு வகை விளக்குகளின் வெளிப் பாடுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

வாட்கள் :	100	200	300	500	1,000
லூமென்கள் :	1,615	3,650	4,700	9,950	21,500

தீர்வு :

ஒளிவிளக்கம் செய்யவேண்டிய பரப்பு $= 21 \times 12 = 252$ ச.மீ

தேவையான மொத்த ஒளிப்பாய்வு $= 252 \times 70 = 17{,}640$ லூமென்கள்

விளக்குகளிலிருந்து கிடைக்கவேண்டிய முழு மொத்த (gross)

$$\text{லூமென்கள்} = \frac{17{,}640}{0.5} \times 1.3 = 45864 \text{ லூமென்கள்}$$

200 வாட் விளக்குகளைப் பயன்படுத்தினால், தேவைப்படும்

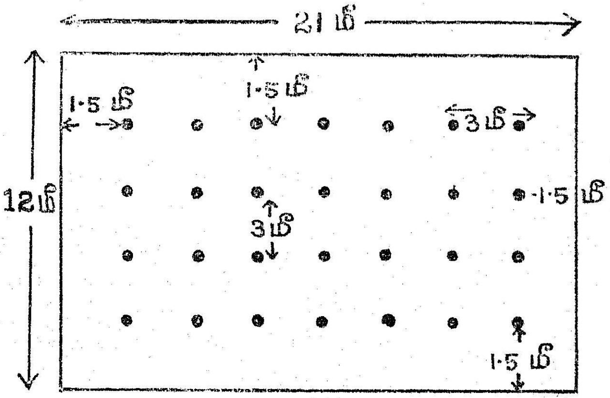
$$\text{விளக்குகளின் எண்ணிக்கை} = \frac{45{,}864}{3650}$$

$= 12 \cdot 6$ அல்லது 13

இந்த குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள விளக்குகளினால் தகுதி யான மனைப்பிரிவு கிடைக்காது.

ஆகவே 100 வாட் விளக்குகளைப் பயன்படுத்தினால், தேவையான விளக்குகளின் எண்ணிக்கை $= \frac{45,864}{1615} = 28$

மண்டபத்தின் நீளப்போக்கில் 7 விளக்குகளும் அகல வாட்டத்தில் 4 விளக்குகளும் படத்தில் காட்டிய வண்ணம் (படம் 4-40)



படம் 4-40.
மனைப் பிரிவு செய்யப்பட்ட விளக்குகள்

மனைப்பிரிவு செய்யலாம். விளக்குகள் தரை மட்டத்திலிருந்து 3 மீட்டர் உயரத்தில் பொருத்துவதாகக் கொண்டால் நீளப்போக்கில்

இடைத்தொலைவு - உயர விகிதம் $= \frac{3}{3} = 1$

அகல வாட்டத்தில் இடைத்தொலைவு - உயர விகிதம் $= \frac{3}{3} = 1$

எடுத்துக்காட்டு 4-16.

துளையிடுதல் (drilling), சுழலச் செய்தல் போன்ற வாலாய பணிகளைச் (routine jobs) செய்யும் ஒரு சிறிய பணிமனையின் தரைப்பகுதியின் பரப்பு 12 மீ × 25 மீ. இதற்குப் போதுமான ஒளிவிளக்கம் கொடுக்க, ஒளிவிளக்கத்திட்டம் (design) இடுக. (i) பணிமனைக்குத் தேவையான ஒளிவிளக்கமட்டம் (ii) பயனுள்ள குணகம், (iii) வேலை செய்யும் தளத்திலிருந்து பொருத்தப்பட்ட விளக்கின் உயரம் போன்ற விவரங்களுக்குப் பொருத்தமான மதிப்பெண்களை ஊகித்துக்கொள்ளவும்.

(சென்னை பல்கலைக் கழகம் B.E. ஏப்ரல் 1973)

தீர்வு :

பணிமனையின் பரப்பு = 12 × 25 = 300 ச.மீ.

பணிமனைக்குத் தேவைப்படும் ஒளிவிளக்க மட்டம் = 100 லக்ஸ் எனக் கொள்க.

பயனுள்ள குணகம் = 0·6 என்போமாக.

மதிப்பிறக்கக் காரணி = 1·5 என வைத்துக்கொள்வோம்.

வேலை செய்யும் தளத்திலிருந்து பொருத்தப்பட்ட விளக்கின் உயரம் } 3 மீட்டர் எனக் கொள்வோம்.

தேவைப்படும் முழுமொத்தமான ஒளிப்பாய்வு

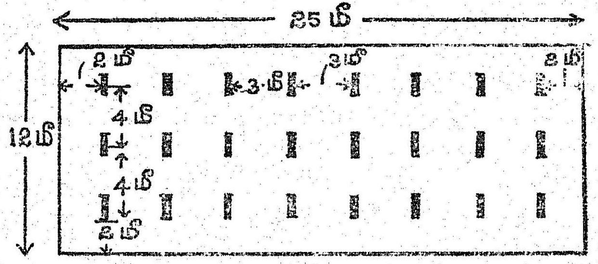
$$= \frac{300 \times 1\cdot5}{3200} \times 100 = 75,000$$

இரண்டு 40 வாட்கள் தன்னொளிர் விளக்கின் பயனுறு திறன் = 2 × 40 × 40 = 3200 லூமென்கள் ($\because \eta$ = 40 லூ/லா)

தேவையான இரட்டை தன்னொளிர் விளக்குகள்

$$= \frac{75,000}{3200} = 23\cdot44 \text{ அல்லது } 24.$$

அறையின் நீளப்போக்கில் 8 விளக்குகளும், அகல வாட்டத்தில் 3 விளக்குகளும் படம் 4-41-ல் காட்டிய வண்ணம் அமைக்கலாம்.



படம் 4-41.

மனைப்பிரிவு செய்யப்பட்ட விளக்குகள்

நீளப்போக்கில் இடைத்தொலைவு-உயர விகிதம் = 3/3 = 1

அகலப்போக்கில் இடைத்தொலைவு—உயர விகிதம் = $\frac{4}{3}$ = 1·3

எடுத்துக்காட்டு 4-17.

200 வாட்திறன் கொண்ட 10 விளக்குகளைக் கொண் 15 மீட்டர் நீளம், 7·5 மீட்டர், அகலமுள்ள அறையினை ஒளி விளக்கம் செய்தால் வேலை செய்யும் தளத்தில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்குச் செறிவு எவ்வளவு? பயனுள்ள குணகம் 0·6 எனவும், மதிப்பிறக்கக் காரணி ·08 எனவும் 200 வாட் விளக்கின் சராசரி வத்தித்திறன் 250 எனவும் கொள்க.

தீர்வு :

ஒரு விளக்கின் ஒளிப்பாயம் $= \pi I$ லூமென்கள்

$= 4 \times 3{\cdot}143 \times 250$

$= 3143$ லூமென்கள்

மொத்த ஒளிப்பாயம் $= 10 \times 3143 = 31{,}430$ லூமென்கள்

$$31{,}430 = \frac{\text{ஒளிவிளக்கச் செறிவு} \times \text{பரப்பு}}{\text{பயனுள்ள குணகம்} \times \text{மதிப்பிறக்கக் காரணி}}$$

$$= \frac{E \times 15 \times 7{\cdot}5}{0{\cdot}6 \times 0{\cdot}8}$$

$$\because E = \frac{31{,}340 \times 0{\cdot}6 \times 0{\cdot}8}{15 \times 7{\cdot}5}$$

$= 134$ லக்ஸ்

எடுத்துக்காட்டு 4-18.

15 மீ. × 11 மீ. × 4 மீ. அளவுகள் கொண்ட ஓர் அலுவலக அறைக்கான (office room) ஒளி அமைப்புத் திட்டத்தைக் கீழ்க் கண்ட விவரங்களைக் கொண்டு தயார் செய்யவும். வேலை செய்யும் தளம் தரை மட்டத்திலிருந்து 80 செ.மீ. உயரத்தில் இருக்கிறது. அளிக்கப்படும் ஒளி விளக்கம் 96 லக்ஸ். நேரிடை ஒளியூட்ட அமைப்பு முறையில் (Direct system of lighting) ஒளி விளக்கம் செய்ய வேண்டும். இதர விரங்களை ஊகித்துக் கொள்ளவும். தயாரிக்கப் பட்ட அமைப்பினைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

தீர்வு

அமைப்பிடம்	—	அலுவலக அறை
அறையின் உருவளவு	—	15 × 11 × 4
அறையின் பரப்பு	—	15 × 11 = 165 ச. மீ.
உட்கூரையின் உயரம்	—	4 மீ.
ஒளி விளக்கச் செறிவு	—	96 லக்ஸ்
ஒரியூட்ட அமைப்பு வகை	—	நேரடி (Direct)

விளக்குப் பொருத்தியைத் தரை மட்டத்திற்கு மேல் தொங்க விடப்படும் உயரம் } = 3·80 மீட்டர் எனக்கொள்வோம்

வேலை செய்யும் தளத்திற்குமேல் உள்ள உயரம்
= 3.8 − 0.8 = 3 மீ.

விளக்குப் பொருத்தியின் வகை } = கண்ணாடித்தன்மை வாய்ந்த எனுமல் பூச்சு கொடுக்கப் பட்ட எஃகு எதிரொளிப்பான் (Vitreous enamelled steel reflector)

அறைக்குறி $K = \frac{l + 4b}{5h} = \frac{15 + 4 \times 11}{5 \times 3}$
(Room index)
= 3.96 (அல்லது) 4

உட்கூரையின் (Ceiling) நிறம் = நடுத்தர நிழலுருவம் (medium shade)

உட்கூரையின் எதிரொளிப்புக் காரணி (F_c) = 0·3

சுவரின் நிறம் = வெளிர் சாம்பல் நிறம்
சுவரின் எதிரொளிப்புக்காரணி = (F_w) 0·5

பயனுள்ள குணகம் (M) = 0·59 அல்லது 0 6
(அட்டவணை 6–A ல்
$K = 4, F_c = 0·3$
$F_w = 0 5$)

புழுதி படியும் விதம் : இயல்பானது (Natural)

தூய்மைப்படுத்தும் கால இடைவெளி : ஆண்டுக்கு ஒருமுறை.
மதிப்பிறக்கக் காரணி (P) = 1·35

∴ இந்த அமைப்புக்குத் தேவைப்படும் முழு மொத்த லூமென்கள்

$$= \frac{\text{தேவையான ஒளிவிளக்கச் செறிவு} \times \text{பரப்பு} \times \text{மதிப்பிறக்கக் காரணி}}{\text{பயனுள்ள குணகம்}}$$

$$= \frac{96 \times 165 \times 1·35}{0·60}$$

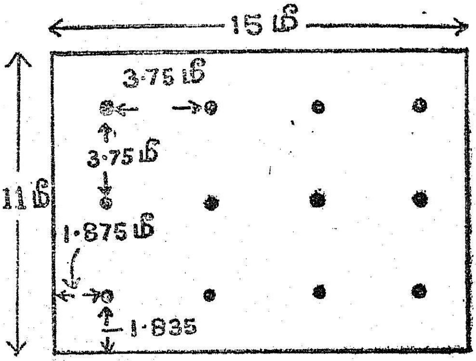
= 35,640

வாயுநிரப்பிய, சுருள்மேல் சுருள் இழை கொண்ட விளக்கின் பயனுறுதிறன், 15 லூமென்/வாட் எனக் கொண்டால், தேவைப் படும் மின்திறன்

$$= \frac{35,640}{15} = 2376 \text{ வாட்கள்}$$

200 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட விளக்குகளைப் பயன் படுத்தினால், தேவைப்படும் விளக்குகளின், எண்ணிக்கை

$$= \frac{2376}{200} = 11.88 \text{ அல்லது } 12.$$



படம் 4-42.
மனைப்பிரிவு செய்யப்பட்ட விளக்குகள்

4 விளக்குகளை நீளப்போக்கிலும், 3 விளக்குகளை அகலப் போக்கிலும் படம் 4-42-ல் காட்டியபடி அமைக்கலாம்.

நீளப்போக்கில் இடைதொலைவு – உயர விகிதம் (Space height ratio length wise) $= \frac{3 \cdot 75}{3} = 1 \cdot 25$

அகலப் போக்கில் இடைத்தொலைவு உயர – விகிதம் $= \frac{3 \cdot 67}{3} = 1 \cdot 223$

$$\text{வாட்கள்/சதுர மீட்டர்} = \frac{200}{3.75 \times 3 \cdot 67} = 14 \cdot 54.$$

எடுத்துக்காட்டு 4-19.

20 மீ × 10 மீ × 5 மீ அளவுகள் கொண்ட ஓர் அலுவலக மன்றத்தில் (office hall) வேலை செய்யும் தளத்தில் 100 லக்ஸ் ஒளிவிளக்கம் தேவை. இந்த அறையின் ஒளி அமைப்புக்கான

திட்டத்தினை வகுத்து, இந்த அமைப்புக்குப் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குகளின் வகை, விளக்குப் பொருத்தியின் வகை, அவற்றின் எண்ணிக்கை, அவற்றின் இருப்பிடம் முதலியவற்றினைக் குறிப்பிடுக. பயனுள்ள குணகம் 0·4 எனக் கொள்க. தேவையான இதர விவரங்களை ஊகித்துக் கொள்ளவும்.

(சென்னை பல்கலைக்கழகம், செப்டம்பர் 1966)

தீர்வு

அமைப்பிடம் அலுவலக மன்றம்.

மன்றத்தின் உருவ அளவு = 20 × 10 × 5

பரப்பு = 20 × 10 = 200 செமீ.

உட்கூறையின் உயரம் = 5 மீட்டர்

ஒளிவிளக்கச்செறிவு = 100 லக்ஸ்

ஒளியூட்ட வகை அமைப்பு = நேரடி (Direct)

விளக்குப் பொருத்தியினைத் தரை மட்டத்திற்குமேல் தொங்க விடும் உயரம் } 4·33 மீட்டர்

வேலை செய்யும் தளம் தரை மட்டத்திலிருந்து 1·33 மீட்டர் உயரத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம்.

ஆகவே, பொருத்தப்பட்டவிளக்கு வேலை செய்யும் தளத்திற்கு மேல் உள்ள உயரம் = 4·33 – 1·33 = 3 மீட்டர்.

விளக்குப்பொருத்தியின் வகை = கண்ணாடித்தன்மை போன்று எனாமல் பூச்சுக்கொடுக்கப்பட்ட எஃகு எதிரொளிப்பான்.

பயனுள்ள குணகம் = 0.4

புழுதிபடியும் வீதம் = குறைவு (low)

தூய்மைப்படுத்தும் கால இடைவெளி = இரண்டு ஆண்டுக்கு ஒருமுறை

மதிப்பிறக்கக் காரணி = 1·400

இந்த ஒளி அமைப்புக்குத் தேவைப்படும் முழு மொத்தமான லூமென்கள்

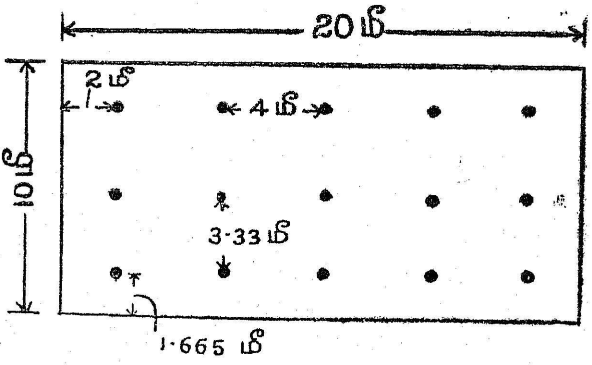
$$= \frac{\text{தேவையான ஒளிவிளக்கம் (லக்ஸ்)} \times \text{(பரப்பு ச மீ.)} \times \text{மதிப்பிறக்கக்காரணி}}{\text{பயனுள்ள குணகம்}}$$

$$= \frac{100 \times 200 \times 1.4}{0.4} = 70,000 \text{ லூமென்கள்}$$

ஒற்றைச்சுருள் வாயு நிரப்பப்பட்ட விளக்கின் (gas filled single coiled) பயனுறுதிறன் 16 லூமென்கள்/வாட் எனக் கொண்டால்,

தேவைப்படும் மொத்த மின்திறன் $= \frac{70,000}{16} = 4375$ வாட்கள்.

300 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட விளக்குகளைப்பயன்படுத்தினால் தேவைப்படும் விளக்குகளின் எண்ணிக்கை $= \frac{4375}{300} = 14.58$ அல்லது 15.



படம் 4-43.
மணைப்பிரிவு செய்யப்பட்ட விளக்குகள்

ஆகவே, 5 விளக்குகளை நீளப் போக்கிலும், 3 விளக்குகளை அகலப் போக்கிலும் படம் 4-43-ல் காட்டியபடி அமைக்கலாம்

நீளப் போக்கில் கிடைக்கும் இடைத்தொலைவு - உயர விகிதம்

$$= \frac{4}{3\cdot 0} = 1\cdot 33$$

அகலப் போக்கில் கிடைக்கும்-இடைத்தொலைவு-உயர விகிதம்

$$= \frac{3\cdot 33}{3} = 1\cdot 11$$

வாட்கள்/செ.மீ. $= \frac{300}{4 \times 3\cdot 33} = 22\cdot 5$

குறிப்பு :

ஒளியூட்ட அமைப்பில் நேரடி (direct) வகைக்குப் பதிலாகப் பகுதி நேரடி வகையினையும் (semi direct) பயன்படுத்தலாம்.

இதற்குகந்த விளக்குப் பொருத்தியின் வகை தாங்கியுடன் பொருத்தப்பட்ட ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் தன்மை வாய்ந்த கண்ணாடியால் ஆன கோள விளக்கு மூடியின் (diffusing gobe with gallery) பயனுள்ள குணகத்தினைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம் :

$$\text{அறைக்குறி } K = \frac{l \times 4b}{5h} = \frac{20 + 4 \times 10}{5 \times 3} = 4$$

உட்கூரை நிறம் : வெளிர் நிறம் (light colour)

∵ உட்கூரை எதிரொளிப்புக் காரணி $(F_c) = 0{\cdot}5$
சுவரின் நிறம் : வெளிர் இளமஞ்சள் நிறம் (light cream colour)

சுவரின் எதிரொளிப்புக் காரணி $(F_W) = 0{\cdot}5$

பயனுள்ள குணகத்தின் மதிப்பு அட்டவணை 4-7(B)-ல் இருந்து கணக்கிட்டால்) $= 0{\cdot}4$ ($\because K = 4, F_c = 0{\cdot}5\ F_W = 0{\cdot}5$)

எடுத்துக்காட்டு 4-20.

24 மீட்டர் நீளமும், 10 மீட்டர் அகலமும், 4 மீட்டர் உயரமும் உள்ள ஒரு வரவேற்புப் பொது அறையினை (reception hall) மறைமுக ஒளி அமைப்பு வகையில் ஒளிவிளக்கம் செய்யவேண்டும். வேலை செய்யும் தளத்திற்குத் தேவைப்படும் ஒளிவிளக்கச் செறிவு 140 லக்ஸ். வேலை செய்யும் தளம் தரைமட்டத்திலிருந்து ஒரு மீட்டர் உயரத்தில் உள்ளது. கொடுக்கப்படாத விவரங்களை ஊகித்துக் கொள்ளவும்.

தீர்வு :

அமைப்பிடம் – வரவேற்புப் பொது அறை

பொது அறையின் உரு அளவு $= 24 \times 10$
பரப்பு $= 240$ ச.மீ

உட்கூரையின் உயரம் $= 4$ மீட்டர்

ஒளிவிளக்கச் செறிவு $= 125$ லக்ஸ்

ஒளியூட்ட அமைப்பு வகை – மறைமுக ஒளி அமைப்பு.
வேலை செய்யும் தளத்திற்கும், உட்கூரைக்கும் உள்ள

தூரம் $= 4 - 1 = 3$ மீட்டர்

விளக்குப் பொருத்தியின் வகை - உள் மறை விடங்கொண்ட
தன்னொளிர் விளக்குப் பொருத்தி
(fluorescent fitting in recess)

$$\text{அறைக்குறி } K = \frac{24 + 4 \times 10}{5 \times 2} = 4{\cdot}2$$

உட்கூரை நிறம் – வெண்மை
உட்கூரையின் எதிரொளிப்புக் காரணி (F_c) = 0·7
சுவரின் நிறம் – மிகவும் வெளிர்ப்பச்சை (very light green)
சுவரின் எதிரொளிப்புக் காரணி (F_W) = 0·7

மேற்கூறியவற்றைக் கொண்டு அட்டவணை 4-7 *E* யினைப் பயன் படுத்தி, பயனுள்ள குணக அளவினைக் கணக்கிடலாம்.

பயனுள்ள குணகம் = 0.25
புழுதிபடியும் வீதம்—குறைவு (low)

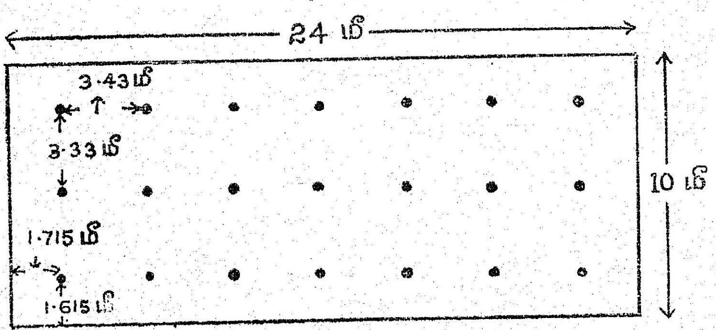
தூய்மைப் படுத்தும் கால இடைவெளி - ஆண்டுக்கு ஒருமுறை
மதிப்பிறக்கக் காரணி (p) = 1.45

இந்த அமைப்புத் தேவைப்படும் முழு மொத்த லூமென்கள்

$$= \frac{140 \times 220 \times 1{\cdot}45}{0{\cdot}25} = 19{,}488 \text{ லூமென்கள்}$$

80 *W* தன்னொளிர் விளக்கின் ஒளிப்பாயம் 4640 லூமென் எனக் கொண்டால், தேவைப்படும் விளக்குகளின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{19488}{4640} = 42$$



படம் 4-.44
மனைப்பிரிவு செய்யப்பட்ட விளக்குகள்

இந்த 42 விளக்குகளை 21 ஜதை விளக்குகளாகத் தொகுக்கலாம். நீளப்பக்க வாட்டத்தில் 7 ஜதை விளக்குகளும், அகல வாட்டத்தில் 3 ஜதை விளக்குகளையும் 10 மீ படம் 4-44-ல் காட்டிய வாறு அமைக்கலாம் .

நீளவாட்டத்தில் இடைத்தொலைவு - உயர விகிதம்

$$= \frac{3.43}{3} = 1{\cdot}14$$

அகல வாட்டத்தில் இடைத்தொலைவு — உயர விகிதம்

$$= \frac{3.33}{3} = 1{\cdot}11$$

4-6-10. பல்வேறு துறைகளுக்குத் தேவைப்படும் ஒளியூட்டம்

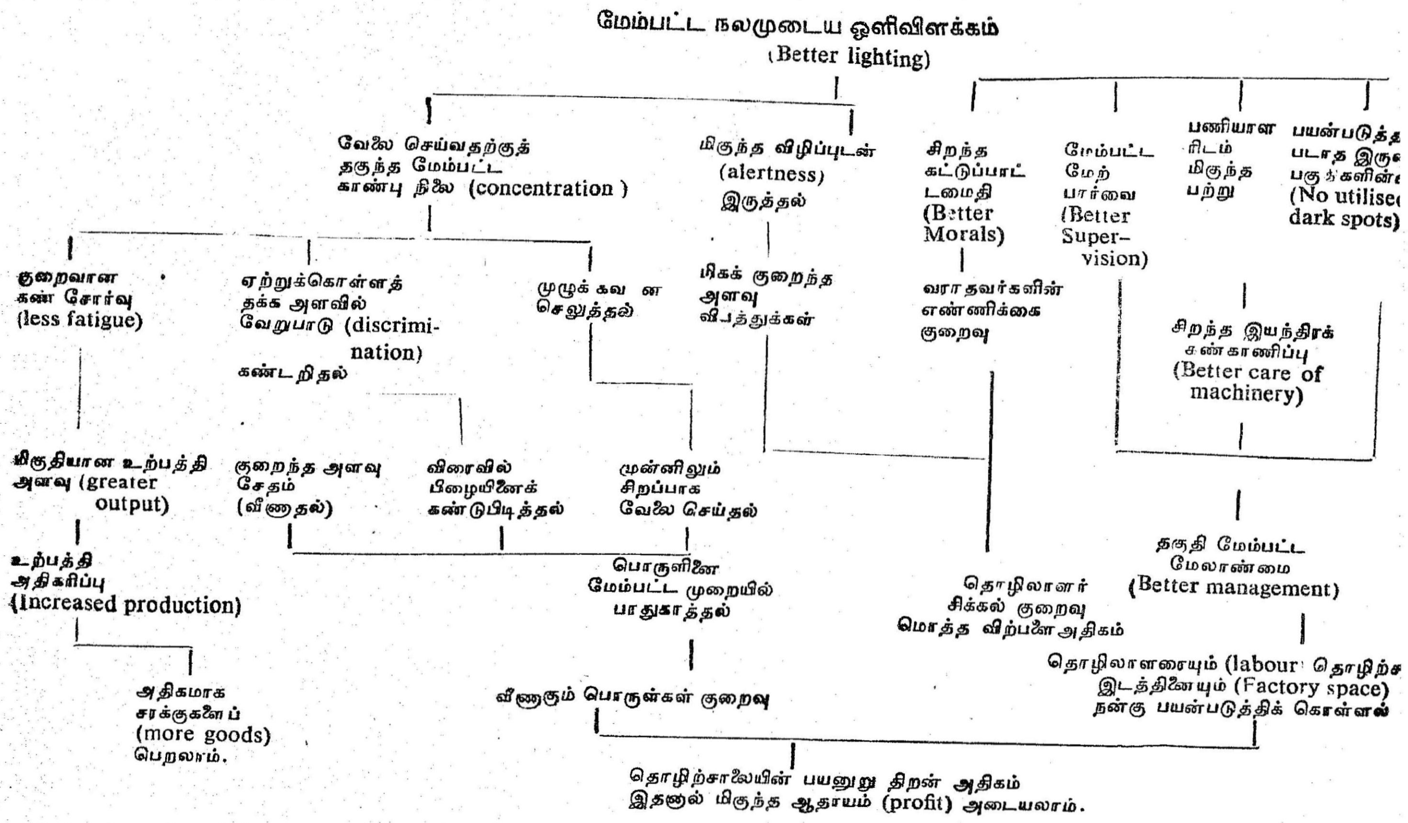
விளக்குப் பொருத்திகளின் வகை, அவற்றின் அமைப்புத் திட்டம் ஆகியவைகள், அவற்றைப் பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு துறைகளைப் பொறுத்து இருக்கும். இவற்றில் ஒரு சில அமைப்புகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் ஒளியூட்ட அமைப்பைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

4.6.10-1. தொழிற்சாலை ஒளியூட்டம் (Factory lighting)

தொழிற்சாலை அமைப்புகளுக்கு வழங்கப்படும் ஒளியூட்டம் போதுமான அளவு இருப்பின், விபத்துகளைத் தவிர்க்கலாம். கண் சோர்வு, கண் வலி ஆகியவற்றினைத் தடுக்கலாம். நல்ல ஒளியூட்டம் பணிபுரிவோரின் செயல், திறமை ஆகியவற்றிற்கு ஊக்கமளிப்பதாலும், திடகாத்திர உடல் நன்மைக்கு அனுகூலமாயிருப்பதாலும், அதிக உற்பத்தியையும் பணியாளர்களின் ஒழுங்குணர்வினையும் பெறலாம். கீழ்க்கண்ட அட்டவணை நல்ல ஒளியூட்ட அமைப்பின் அவசியத்தை வலியுறுத்துகிறது.

ஆகவே தொழிற்சாலை ஒளியூட்ட அமைப்புக்கு, வேலை செய்யும் தளத்தில் போதிய ஒளி விளக்கம் தேவை. எளிமையானதும் விரைவில் தூய்மைப்படுத்துவதற்கு ஏற்றதாயும் உள்ள விளக்குப் பொருத்திகளை அமைத்து ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கம் கிடைக்கும்படி ஒளியூட்டப்பட வேண்டும். நேரிடையாகவோ அல்லது மேற்பரப்புகளில் பட்டுத் திருப்பமடைந்தோ வரும் ஒளியின் மூலம் கண் கூசுதலைத் தவிர்ப்பது இந்த அமைப்பின் தலையாய அம்சமாகும்.

அட்டவணை 4-11.


மேம்பட்ட நலமுடைய ஒளிவிளக்கம்
(Better lighting)
வேலை செய்வதற்குத் தகுந்த மேம்பட்ட காண்பு நிலை (concentration)
மிகுந்த விழிப்புடன் (alertness) இருத்தல்
சிறந்த கட்டுப்பாட்டமைதி (Better Morals)
மேம்பட்ட மேற்பார்வை (Better Super-vision)
பணியாளரிடம் மிகுந்த பற்று
பயன்படுத்தபடாத இருள் பகுதிகளின்மை (No utilised dark spots)
குறைவான கண் சோர்வு (less fatigue)
ஏற்றுக்கொள்ளத் தக்க அளவில் வேறுபாடு (discrimi-nation) கண்டறிதல்
முழுக் கவனம் செலுத்தல்
மிகக் குறைந்த அளவு விபத்துக்கள்
வராதவர்களின் எண்ணிக்கை குறைவு
சிறந்த இயந்திரக் கண்காணிப்பு (Better care of machinery)
மிகுதியான உற்பத்தி அளவு (greater output)
குறைந்த அளவு சேதம் (வீணுதல்)
விரைவில் பிழையினைக் கண்டுபிடித்தல்
முன்னிலும் சிறப்பாக வேலை செய்தல்
உற்பத்தி அதிகரிப்பு (Increased production)
பொருளினை மேம்பட்ட முறையில் பாதுகாத்தல்
தொழிலாளர் சிக்கல் குறைவு மொத்த விற்பனை அதிகம்
தகுதி மேம்பட்ட மேலாண்மை (Better management)
அதிகமாக சரக்குகளைப் (more goods) பெறலாம்.
வீணாகும் பொருள்கள் குறைவு
தொழிலாளரையும் (labour) தொழிற்சாலை இடத்தினையும் (Factory space) நன்கு பயன்படுத்திக் கொள்ளல்
தொழிற்சாலையின் பயனுறு திறன் அதிகம் இதனால் மிகுந்த ஆதாயம் (profit) அடையலாம்.

(i) பொதுநிலை ஒளியூட்டம் (General lighting)

பணி மனைகளிலும் தொழிற்சாலைகளிலும், பணிபுரியும் தளத்தில் ஒரே சீரான ஒளிப்பரவல் கிடைக்கும் பொருட்டு, போதிய உயரத்தில் விளக்குகள் பொருத்தி வைக்கப்படும். பெரிய இயந்திரங்கள் உள்ள பணிமனைகளில் பாரந்தூக்கும் பொறிக்கு (crane) மேற்பட்ட உயரத்தில்தான் இந்த விளக்குகள் பொருத்தப்படும். அப்படிப்பட்ட இடங்களில் தலையாய ஒளியூட்ட அமைப்புகளுக்குத் துணையாகப் பக்கவாட்டிலும் ஒளியூட்டம் கொடுக்கப்படும். வெளிர் நிறச்சுவர்கள், உட்கூரை ஆகியவை இந்த அமைப்புக்கு உறுதுணையாயிருப்பதால் அவற்றை வெண்மையாகவும், தூய்மையாகவும் வைத்துக் கொள்வது அவசியம்.

(ii) உள்ளிட ஒளியூட்டம் (Local lighting)

வேலை செய்யும் சில இடங்களில், அதிக ஒளிவிளக்கச் செறிவு தேவைப்படுகிறது. இக் காரணத்தினால் உள்ளிட ஒளியூட்டம் அவசியமாகிறது. இயந்திரப் பொறிவு, பணி செய்யும் பலகை, போன்றவைகளோடு சரிபடுத்திக் கொள்ளுந்தன்மை வாய்ந்த விளக்குப் பொருத்திகளை இணைத்து உள்ளிட ஒளிவிளக்கினைப் பெறலாம். அப்படிப்பட்ட விளக்குகளுக்குத் தகுந்த பிரதிபலிப்புகளைப் பயன்படுத்திக் கண் கூசுதலைத் தவிர்க்கலாம். சுவர் செருகுகளின் (wall plugs) இணைத்து, பிந்து கம்பிகளின் (trailing leads) மூலம், எடுத்துச் செல்லக் கூடிய விளக்குகளைக் (portable lamps) கொண்டு பராமரிப்பு வேலைகளுக்கும் நெருக்கடி ஒளியூட்டங்களுக்கும் பயன்படுத்துவர்.

தொழிற்சாலை விளக்குகளெல்லாம் அணைந்துவிட்டால், முன்னெச்சரிக்கைக்காக, நெருக்கடி நேரங்களிலும், திடீர் விமானத் தாக்குதலின் போதும் சில துணை விளக்குகளின் தேவை இன்றியமையாததாகிறது.

(i) தலையாய ஒளியூட்டம் தடைபட்டவுடன், உட்புற ஒளியூட்டத்தின் மூலம் (pilot lighting) அலுவலகப் பணியாளர், ஊழிய ஆளினர் ஆகியவர்களை, விரைவாகவும், பாதுகாப்பாகவும் வெளியேற்றலாம்.

(ii) மறைவாகத் தங்கும் இடங்களுக்கு இந்தப் பணியாளர்களை வெளியேற்றுவதற்கு, ஒளிவு மறைவு கொண்ட வெளிப்புறம் முன்னிலை ஒளியூட்டம் தேவைப்படுகிறது.

(iii) தலையாய ஒளியூட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் இடங்களிலும், முதலுதவி செய்யும் இடங்களிலும், துணை ஒளியூட்டம் தேவை.

(iv) முக்கியமான இயந்திரத் தளவாடங்களில் உள்ள இயக்கங் காட்டிகள் (dials), கடிகைகள் (gauges) போன்றவைகளுக்குத் திடீர் விமானத்தாக்குதலின் போது ஒளிவிளக்கம் தேவை.

(v) முக்கியமான நிகழ்ச்சிகளுக்குச் சிற்சில சமயங்களில் குறைந்த அளவான ஒளியூட்ட அமைப்புத் தேவைப்படுகிறது.

மேற்குறித்த தேவைகளை நிறைவேற்றுவதற்குத் தனிப்பட்ட முறையில் கட்டுப்படுத்தும் வகையில் உள்ள துணைமின் வழங்கும் திட்டத்தினை அமைக்க வேண்டும். அதாவது தலையாய மின் வழங்கும் அமைப்புத் தடைப்பட்டு நிறுத்தப்பட்டால், இத் துணை மின் வழங்கும் அமைப்பு தானாகவே இயங்கும்படி இருக்க வேண்டும்.

4-6-10-2. புனல் ஒளியூட்டம்

சில உயர் மின்திறன் கொண்ட விளக்குகளைப் போதிய உயரத்தில் சரியான இடத்தில் பொருத்தி, பரந்தகன்ற திறந்த வெளி இடங்களுக்கு ஒளியூட்டம் செய்வதைப் புனல் ஒளியூட்டம் என்கிறோம். ஒரு கட்டடத்தின் புனல் ஒளியூட்டுவதின் நோக்கம், அக் கட்டடத்தின் மேற்பரப்பின் தலையாய பகுதிகளின் மேலுள்ள விவரங்களைக் காண்பதற்கு போதுமான அளவு ஒளிப்பொலிவினை உண்டாக்குவதே. புனல் ஒளியூட்டம் பலவகையில் பயன்படுகிறது. அவற்றில் முக்கியமானவை பின்வருமாறு:

(i) விழாக் கொண்டாடுவதற்கும், அணி அலங்காரம் புரிவதற்கும் தேவைப்படும் ஒளியூட்டம்

பழமையான கட்டடங்கள், நினைவு மண்டபங்கள் அல்லது கல்லறை மாளிகைகள், மாதாக் கோயில்கள் போன்றவற்றிற்கு, இரவு வேளையில் தகுந்த முறையில் புனல் ஒளியூட்டம் கொடுப்பதின்மூலம், அவற்றைப் பகல் வெளிச்சத்தில் கண்டபோது இருந்த உண்மையான நிலையினைக் காட்டிலும், மிகுந்த கலைவனப்புடையதாகவும் மேன்மையுடையதாகவும் தோன்றச் செய்யலாம்.

(ii) பல்வேறு நிற ஒளியூட்டம்

தோட்டங்கள், நீச்சல் குளங்கள், நீர்அருவிகள் போன்றவற்றிற்குக் கண்ணுக்கினிய பலவகையான நிறங்கள் கொண்டபுனல் ஒளியூட்டத்தினை அமைப்பதன் மூலம் அவற்றைக் கவர்ச்சியுள்ளதாகச் செய்வதுடன் மனநிறைவு தரும் வனப்புடையதாகவும் ஆக்கலாம். மைசூருக்கு அருகில் உள்ள பிருந்தாவனத் தோட்டத்தின் ஒளியூட்டம் இந்த வகை ஒளியூட்டத்திற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

(iii) பரந்தகன்ற முற்றங்கள், சிறந்த வெளிகள் ஆகியவற்றிற்கு இடும் ஒளியூட்டம்

இரயில்வே முற்றங்கள் (Railway yards), தொழிற்சாலைகளில் உள்ள திறந்தவெளி பரப்புடைய இடங்கள், எல்லை பாதுகாப்பு இடங்களின் மதிற் சுவர்கள், கட்டுமான இடங்கள் போன்ற நீண்ட இடைவெளிகள் கொண்ட இடங்களுக்குப் புனல் ஒளியூட்டம் மிகவும் சிறந்தது.

(iv) நகரங்களில் உள்ள நீண்ட பாதைகள் குறுக்கிடும் இடங்களில் இடும் ஒளியூட்டம்

பெரிய நகரங்கள், அல்லது பட்டணங்களில் உள்ள நீண்ட பாதைகள் சந்திக்குமிடத்திலும், அல்லது குறுக்கிடும் இடத்திலும், உயரமான எஃகுக் குழாய்க் கம்பத்தினை நட்டு, அதில் கொத்து விளக்குகளைப் பொருத்தி, புனல் ஒளியூட்டம் செய்வது நவீன ஒளியூட்டமாகக் கருதப்படுகின்றது. முனீச் (Munich) நகரத்தில் சுமார் 30 மீட்டர் உயரத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் மூன்று 20 கிலோ வாட் எக்சினன் (xenon) விளக்குடன், நிறம் சரிசெய்யப்பட்ட ஆறு 400 வாட் பாதரச விளக்குகள் கொண்ட இந்த அமைப்பு, இவ்வகை ஒளியூட்டத்திற்கு ஒரு மேற்கோளாகும்.

புனல் ஒளி அமைப்பின் முக்கிய உறுப்பு (constituent) அந்த விளக்கின் வீழ்த்தி என்னும் கருவியின் மூலம், விளக்கொளியினைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்துவதுடன், ஒளிப்பாய்வு முழுவதும் சிறிய திண்மக் கோணத்தையுடைய ஒரு குறுகிய ஒளிக்கற்றையில் ஒளி முகப்படுத்தப்படுகிறது. ஆகவே, இந்த வீழ்த்தி பொதுவாக வெள்ளிப்பூச்சுக் கண்ணாடி குரோமியத் தகடு அல்லது கறை பிடிக்கா எஃகு ஆகியவற்றினால் ஆனது. அவற்றின் எதிரொளிப்புக் காரணிகள் வீழ்த்தியின் மேற்பரப்பினைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

அட்டவணை 4-12.

மேற்பரப்பின் பெயர்	எதிரொளிப்புக் காரணி
1. வெள்ளிப்பூச்சுக் கண்ணாடி (Silvered glass)	— 0·8 — 0·85
2. பளிங்கு எனாமல் (Vitreous enamel)	— 0·6 — 0·7
3. குரோமியத் தகடு	— 0·55 — 0·60
4. கறை பிடிக்கா எஃகு	— 0·55 — 0·60

ஒளிக்கற்றையின் விரி வெல்லைக் (beam spread) கேற்றவாறு வீழ்த்தி விளக்குகளின் வகைகளைப் பாகுபடுத்தலாம். அவற்றில் சில வகைகள் பின் வருமாறு:

(i) ஒளிக்கற்றை விரி வெல்லை 12° முதல் 25° வரையிலுள்ள குறுகிய ஒளிக்கற்றை வீழ்த்திகள். இவற்றைத் தொலைவு தூரம் 70 மீட்டருக்கு அதிகமாக இருக்கும் இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும்.

(ii) ஒளிக்கற்றை விரிவெல்லை 25° முதல் 40° வரையிலுள்ள நடுத்தரக் கோண வீழ்த்திகள். இவற்றைத் தொலைவு தூரம் 30 மீட்டர் முதல் 70 மீட்டர் வரையில் உள்ள இடங்களில் பயன் படுத்தப்படும்.

(iii) ஒளிக்கற்றை விரிவெல்லை 40° முதல் 90° வரையில் உள்ள அகலக் கோண வீழ்த்திகள். இவை தொலைவு தூரம் 3 மீட்டர் முதல் 30 மீட்டர் வரையுள்ள இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும்.

குறுகிய ஒளிக்கற்றை வீழ்த்தியில் விளக்கொளியினைத் துல்லிய மாகக் கட்டுப்படுத்த வேண்டியிருப்பதால், இதனுடைய விளக்கின் மின்னிழை மிகுந்த இறுக்கமானதாக இருக்க வேண்டும். ஆனால், நடுத்தரக் கோண வீழ்த்தியிலும், அகலமான கோண வீழ்த்தி

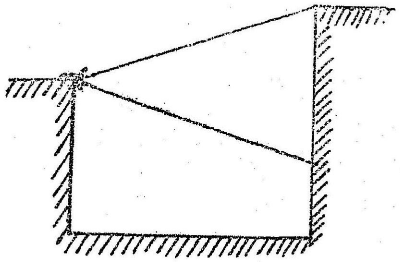
யிலும், சாதாரண மின்னிழை விளக்கினைப் பயன்படுத்தலாம். மேலும் வீழ்த்தியின் விலை, அந்த வீழ்த்தியில் உள்ள விளக்கின் விலையைக் காட்டிலும் மிக அதிகமானது. ஆகையால், வீழ்த்திகளின் எண்ணிக்கையை எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைக்கமுடியுமோ அந்த அளவுக்கு குறைப்பது நல்லது. அகன்ற கோண வீழ்த்தியில் பயன்படுத்தப்படும். உயர் மின் விளக்கின் பயனுறுதிறன் குறுகிய ஒளிக்கற்றை வீழ்த்தியில் உள்ள குறைந்த மின் திறன் விளக்கின் பயனுறுதிறனைக் காட்டிலும் அதிகமானது. ஆகவே, அகன்ற கோண வீழ்த்தினையே, எல்லா இடங்களிலும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. ஆனால், அகன்ற கோண வீழ்த்திகளில் ஒளிக்கற்றைகளின் மீதூர்தலை (over lapping) மட்டுப்படுத்துவதாகக் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கம், ஒரே சீரானதாக இல்லாமலிருப்பதுடன், கண் கூசுதலையும், அடர்ந்த நிழல்களையும உண்டாக்குகின்றது. கண் கூசல், நிழல்கள் ஆகியவற்றினைத் தவிர்க்க, இரு திசைகளிலிருந்து. ஒளியூட்டப்பட வேண்டிய பொருளுக்கு ஒளி விளக்கம் அளிக்க வேண்டும்.

ஒளி விளக்கப்பட வேண்டிய பரப்பு, ஒளிக்கற்றைச் செங்குத்தாக இருந்தால், ஒளிவிளக்கப் பரப்பு வட்டமாக இருக்கும். இந்த வட்ட எல்லைக்கோடு நன்கு புலப்படுவதில்லை. வட்டமான ஒலி விளக்கப் பரப்பின் மையத்தில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க அளவில் பத்தில் ஒரு பங்கு அந்த மையத்திலிருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் குறைகிறதோ, அந்த இடத்தினை வட்ட எல்லைக் கோடாகக் கொள்ளலாம். இந்த ஒளிவிளக்க வட்டங்களைச் சரியானபடி மீதூர்தல் செய்வதன் மூலம் ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கத்தினைப் பெறலாம். ஆனால், அநேகமான செயல்படுத்தும் முறைகளில் ஒளிக்கற்றையின் மையம், மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தாக இராமல் (90°-க்குக் குறைவாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ) சிறிது மாறுபட்டிருக்கும். இதனால் வட்டமான ஒளிவிளக்கப் பரப்புக்கு பதிலாக நீள் வட்டமான (ellipse) ஒளிவிளக்கப் பரப்பு கிடைக்கின்றது. ஒளிக்கற்றை மையத்தின் படுகோணம் 45°-க்கு மிகையாமல் இருந்தால், இதன் விளைவினால் ஒளிவிளக்க மாறுபாடு அவ்வளவாகத் தெரியாது. ஆனால், இந்தக் கோணம் 45°க்கு அதிகமாயிருந்தால், ஒளிவிளக்க மாறுபாடு பொருட்படுத்தும் அளவுக்கு இருக்கும். அப்படிப்பட்ட இடங்களில், சமச்சீரற்ற (assymmetric) வீழ்த்திகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த வீழ்த்திகளில் அதிகமான ஆரத்தில், நீள்வட்ட நுனிகளை ஒளிக்கற்றைப் பகுதி நெருங்கும்பொழுது அவற்றின் வத்தித்திறன் அதிகமாக இருக்கும்.

புனல் ஒளியூட்ட திட்ட அமைப்பு

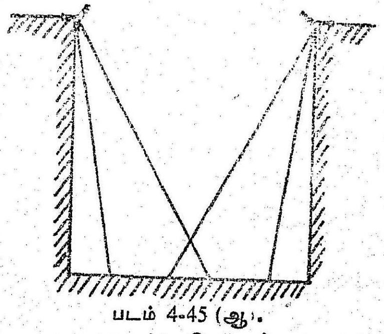
தேவையான பரப்பளவை ஒளியூட்டுவதற்கு ஏற்ற நிலையில் வீழ்த்தி விளக்குகளின் இருப்பிடத்தினை அமைக்க வேண்டும். அங்ஙனம் அமைக்கப்படும் நான்கு வகை இருப்பிடங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன

(i) அருகில் உள்ள கட்டடத்தின் உச்சியில் வீழ்த்தியைப் பொருத்துவது [படம் 4-45. (அ)]. இந்த அமைப்பில் ஒளிக்கற்றை மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக உள்ளது.



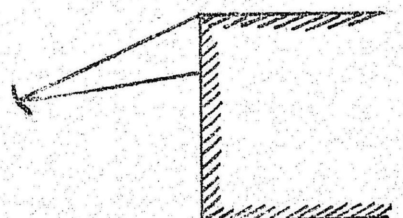
படம் 4-45(அ).
புனல் ஒளியூட்டம்

(ii) அருகருகே உள்ள கட்டடங்களின் உச்சியில் வீழ்த்திகளைப் பொருத்துவது. இந்த அமைப்பில் [படம் 4-45. (ஆ)] ஒளிக்கற்றை மேற்பரப்பின் மீது செங்குத்தாக இராமல் (அதாவது 90° அல்லாத வேறு கோணத்தில்) வேறொரு கோணத்தில் படுகின்றது.

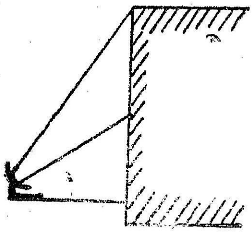


படம் 4-45 (ஆ).
புனல் ஒளியூட்டம்

(iii) கட்டடத்தின் முன்புறத்திலுள்ள சுற்றுக் காட்டுள்ள முற்றம் அல்லது முன்கட்டின் (fore court) மீது வீழ்த்தியினைப் பொருத்துவது[படம் 4-45 (இ)].



படம் 4-45 (இ).
புனல் ஒளியூட்டம்



படம் 4-45 (ஈ)

(ii) கட்டிடத்தின் அடிப்பகுதியில் வீழ்த்தியினைப் பொருத்துவது [படம் 4-45 (ஈ.)]

மேற்குறித்த முதல் மூன்று வகைகளுக்குச் சமச்சீரான வீழ்த்திகளைப் பயன்படுத்துவர். ஆனால், கடைசி வகை அமைப்புக்குச் சமச்சீரற்ற வீழ்த்தியினைப் பயன்படுத்த வேண்டும். முதல் வகையில் ஒளிக்கற்றை ஒளிவிளக்கம செய்யவேண்டிய பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக விடுவதால் சீரான ஒளிவிளக்கம் கிடைக்கின்றது. ஆனால், இந்த வீழ்த்திகளை அருகில் உள்ள கட்டடத்தில் பொருத்துவதால், வாடகை கொடுக்க வேண்டும். மேலும், இந்த விளக்கினைப் பராமரிப்பதற்கும் இணைப்பியின் மூலம் (switch) இதனை இயக்குவதற்கான வசதி தேவை. படம் 4-45 (ஆ)-ல் காட்டியபடி மேநிலை வீழ்த்திகள் (over head projection) கண் கூசுதலைக் குறைப்பதற்கும், விழுகின்ற நிழல்கள் மிகவும் அடர்த்தி குறைந்து காணப்படுவதற்கும் தேவைப்படுகின்றன. முற்ற ஒளியூட்டம் கல்லினைத் தோண்டி எடுக்கப்படும் தொடுகுழி உள்ள இடங்கள், கட்டட அமைப்புக்கான குழி தோண்டப்படும் இடங்கள் ஆகிய இடங்களில் இந்த அமைப்பு சிறந்தது.

கட்டடத்தின் முன்புறத்தில் போதிய அளவு சுற்றுக்காட்டுள்ள முற்றம் இருந்தால் படம் 4-45 (இ)-ல் காட்டிய அமைப்பும் பொருந்தும். கம்பங்களின்மீதோ அல்லது முன் கூட்டுத் தரைப் பகுதியில் வைத்தோ இந்த வகைப் புனல் ஒளியூட்டம் செய்யலாம். போதிய அளவு சுற்றுக்காட்டுள்ள முற்றமோ அல்லது முன் கட்டோ இல்லையானால், வீழ்த்திகளைச் சுவருடன் இணைக்கப்பட்ட வளைவு தாங்கியில் (brackets) பொருத்த வேண்டும். இங்ஙனம் அமைப்பதால் படுகோணத்தின் அளவு அதிகரிக்கிறது. ஆகவே, சமச்சீரற்ற வீழ்த்திகளைப் பயன்படுத்த வேண்டிய அவசிய மேற்படுகிறது. ஒளிவிளக்கம் செய்யவேண்டிய மேற்பரப்பு வழியாக, இந்த வீழ்த்திகளைப் பரவலாக வைத்து, அப் பரப்பிற்கு ஒளியூட்டம் செய்யவேண்டும். ஒளியூட்ட வேண்டிய மேற்பரப்பிற்கும், வீழ்த்தியை அமைக்கும் இருப்பிடத்திற்குமுள்ள தொலைவு தூரத்தினைப் பொறுத்து வீழ்த்தியின் ஒளிக்கற்றைக் கோண அளவினைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். இதற்குப் பிறகு ஒளிவிளக்கம் செய்யவேண்டிய பரப்புக்குத் தேவையான ஒளிவிளக்க மட்ட அளவினைக் கண்டறிய வேண்டும். இங்கு முக்கியமாகக் கவனிக்க

வேண்டியது என்னவென்றால், மேற்பரப்பின் ஒளிவிளக்கச் செறிவு மட்டத்தின் மூலம் நாம் கண்டுணர்வதில்லை. அப் பரப்பில் ஏற்படும் ஒளிப்பொலிவு மூலந்தான், நமக்குக் கட்புலனுணர்வு ஏற்படுகிறது. பரப்பின் ஒளிப்பொலிவு, அப் பரப்பில் ஏறபடும் ஒளிவிளக்க மட்டம், அப் பரப்பின் எதிரொளிப்புக் காரணி ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமம். இந்த ஒளிவிளக்க மட்ட அளவு, மேற்பரப்பின் தூய்மைக்கேற்றவாறு மாறுபடும். பல்வேறு கட்டட அமைப்புகளுக்குத் தேவையான ஒளிவிளக்க மட்டங்கள் கீழே உள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4-13.

வரிசை எண்	மேற்பரப்பின் இயல்பு	மேற்பரப்பின் நிலை	பரிந்துரைக்கும் ஒளி விளககு அளவு (லக்ஸ்)	
			குறைந்த அளவு	அதிக அளவு
1.	போர்ட்லண்டு கல் (Portland Stone)	சுத்தமானது	20	60
		அழுக்கானது	65	180
2.	கற்காரை (Concrete)	சுத்தமானது	80	80
		அழுக்கானது	90	240
3.	கருங்கல் (Dark stone)	சுத்தமானது	45	120
		அசுத்தமானது	130	360
4.	சிவந்த செங்கல் (Red Brick)	சுத்தமானது	55	145
		அசுத்தமானது	170	450

வீழ்த்திகளின் இருப்பிடம், ஒளிக்கற்றையின் விரிவெல்லை (அதாவது போதுமான ஒளிவிளக்க வட்டங்களின் மீதூர்தலைக் கணித்தல்) வீழ்த்திகளின் எண்ணிக்கை, தேவையான ஒளிவிளக்க மட்டம் ஆகியவற்றினை நிர்ணயித்த பிறகு, விளக்குகளின் வாட் திறனைக் கீழ்ககண்ட வாய்பாட்டினைக் கொண்டு கண்டறியலாம்.

$$\phi = \frac{E A \eta_v}{\eta_b N \eta_m}$$

இதில்

ϕ என்பது விளக்கின் லூமென் வெளிப்பாடு

η_w என்பது வீணாகும் ஒளிக் காரணி

η_m என்பது பராமரிப்பு அல்லது மதிப்பிறக்கக் காரணி

η_b என்பது ஒளிக்கற்றைக் காரணி.

(i) வீணாகும் ஒளிக்காரணி (Waste Light Factor)

புனல் ஒளியூட்டத்தில் பயன்படுத்தப்படும் வீழ்த்தி விளக்குகளின் ஒளிவிளக்க வட்டங்கள் மீதூர்தலுடன், பரப்பின் நுனிகளில் சில ஒளிப்பாயம் வெளிப்புறத்தே விழுகின்றது. தேவைப்படும் மொத்த ஒளிப்பாயத்தின் (லூமென்) அளவு அறிமுறையில் கிடைத்த ஒளிப்பாயத்தினை (லூமென்) வீணாகும் ஒளிக் காரணியால் பெருக்கி வந்த தொகைக்குச் சமம். செவ்வக வடிவப் பரப்பிற்கு இந்தக் காரணியின் மதிப்பு 1·2 ஆகவும், சிலைகள், கோபுரங்கள் போன்ற ஒழுங்கீன மற்ற பரப்பினையுடையதற்கு இந்தக் காரணி மதிப்பு 1·5 ஆகவும் கொள்ளலாம்.

$$\text{(ii) மதிப்பிறக்கக்காரணி} = \frac{\text{இயல்பான நிலைகளில் உள்ள ஒளிவிளக்கம்}}{\text{எல்லாம் தூய்மையாயிருக்கும் பொழுது உள்ள ஒளிவிளக்கம்}} \quad \dots \quad (4\text{-}46)$$

நல்ல வளிமண்டலச் சூழ்நிலைகளில் இதன் மதிப்பு கிட்டத்தட்ட 0·8 ஆகவும், புழுதி படிந்த கெட்ட நிலைகளில் இதன் மதிப்பு 0 4-க்கு அருகிலும் இருக்கும்.

(iii) ஒளிக்கற்றைக் காரணி

இவ் வீழ்த்தியின் ஒளிக்கற்றையிலிருந்து கிடைக்கும் ஒளிப்பாயத்திற்கும் லூமென்கள் உள்ள விகிதமே இந்த ஒளிக்கற்றைக் காரணியாகும். பிரதிபலிப்பு வீழ்த்தி விளக்கின் முன்னால் உள்ள கண்ணாடி ஆகியவற்றினால் உட்கவரப்படும் ஒளிப்பாய அளவினை ஈடு செய்வதற்காக இந்தக் காரணி அவசியமாகிறது. இதன் மதிப்பு 0·3-லிருந்து 0·6 வரை இருக்கும்.

நவீன புனல் ஒளியூட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படும் (i) டங்ஸ்டன் மின் இழை விளக்குகளின் மின்திறன் 200 வாட்கள் முதல் 1500 வாட்கள் வரையிலும் (ii) பாதரச ஆவி விளக்குகளின்

மின்திறன் 125 வாட்கள் முதல் 1000 வாட்கள் வரையிலும் கிடைககின்றன.

எடுத்துக்காட்டு 4-21.

50 மீட்டர் நீளமும் 15 மீட்டர் அகலமும் கொண்ட ஒரு நகர மண்டபத்தின் (town hall) முன்பகுதியினை, தகுந்த மனைப்பிரிவு அமைப்பின் (layout) மூலம், புனல் ஒளி ஒரு சதுர மீட்டருக்கு 75 லூமென்கள் கொடுக்க வல்ல, ஒளி வீழ்த்திகள் (projectors) கட்டடத்திலிருந்து தரைமட்டத்தில் 15 மீட்டர் தூரத்தில் வைக்கப் பட்டுள்ளன. நடுத்தர கோண வகை ஒளி வீழ்த்திகளுக்கான வீணாகும் ஒளிக்காரணி 1·2 எனவும், மதிப்பிறக்கக் காரணி 1·5 எனவும், பயனுள்ள குணகம் 0·4 எனவும் கொள்க. 500, 1000, 1500 வாட்கள் கொண்ட விளக்குகளின் வெளிப்பாடு முறையே 16·8, 18·9, 20 லூமென்கள்/வாட்.

(மின்திறனின் பயன் AMIE-B பிரிவு நவம்பர் 1973)

தீர்வு :

புனல் ஒளியூட்டப்பட வேண்டிய பகுதியின் பரப்பு $= 50 \times 15 = 750$ ச.மீ

ஒளிவிளக்கச் செறிவு = 75 லூமென்கள்/ச.மீ

தேவையான ஒளியூட்டம் $= 750 \times 75 = 56{,}250$ லூமென்கள்

வீணாகும் ஒளிக்காரணி = 1·2

மதிப்பிறக்கக் காரணி = 1·5

பயனற்ற குணகம் = 0·4

ஒளி வீழ்த்திகளிலிருந்து பெறவேண்டிய ஒளியூட்டம்

$$= \frac{56{,}250 \times 1{\cdot}2 \times 1{\cdot}5}{0{\cdot}4} = 2{,}53{,}125 \text{ லூமென்கள்}$$

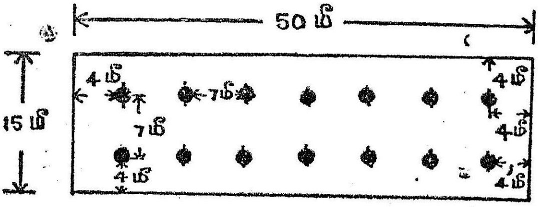
1000 வாட்கள் விளக்குகளைப் பயன்படுத்தினால், தேவைப்படும் ஒளி வீழ்த்திகளின் எண்ணிக்கை.

$$= \frac{253125}{1000 \times 18{\cdot}9} = 13{\cdot}4 \text{ அல்லது } 14$$

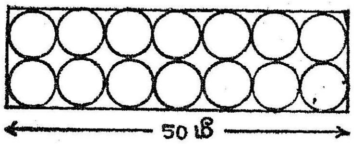
தேவையான கோணம் $\tan^{-1}\frac{15}{15} = 45°$

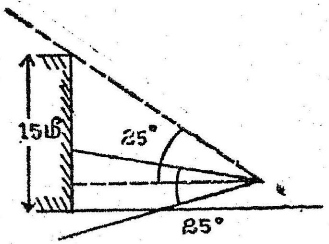
ஒரே சீரான ஒளிவிளக்கம் கிடைக்க, ஒரு ஒளிவிளக்க வட்டம் மற்றொன்றின் மேற்சென்று கவிந்திருக்கும்படி அமைக்கவேண்டும்.

ஆகவே, 25° ஒளிக்கற்றைக் கோணம் (beam angle) உடைய, படித்தரமான நடுத்தர வகை ஒளிவீழ்த்திகளைப் பயன்படுத்தலாம் [படம் 4-46 (இ)]. ஒவ்வோர் இடத்திலும் இரண்டு விளக்குகள் கொண்ட தொகுப்பு ஒன்று இருக்கும் [படம் 4-46 (ஆ)]. இந்த அமைப்பிலுள்ள இரு விளக்குகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்ருய் வைக்கப் பட்டிருக்கும். விளக்குகள் படம் 4-46 (அ)-ல் காட்டியபடி, ஒரு வரிசையில் 7 விளக்குகள் வீதம் இரு வரிசையாக வைக்கப் பட்டிருக்கும்.



படம் 4-46 (அ)
மனைப்பிரிவு செய்யப்பட்ட ஒளியூட்டம்





படம் 4-46 (ஆ) படம் 4-46 (இ)
மனைப்பிரிவு செய்யப்பட்ட ஒளியூட்டம்

எடுத்துக்காட்டு 4-22.

50 மீ × 20 மீ அளவுகள் உள்ள ஒரு கட்டடத்தின் முன் பகுதியை, 21 லூமென்கள்/ச.மீ ஒளியூட்டம் கிடைக்கும்படி, ஒளி வீழ்த்திகளைக் (projectors) கொண்டு புனல் ஒளியூட்டப்பட வேண்டும். தேவைப்படும் வீழ்த்திகளின் எண்ணிக்கையைக் கீழ்க்கண்ட விவரங்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கவும்.

எதிரொளிப்புக் குணகம் (Co-efficient of refraction) = 0·3,

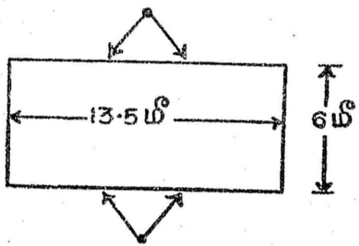
ஒளிக்கற்றைக் காரணி (Beam factor) = 1·2

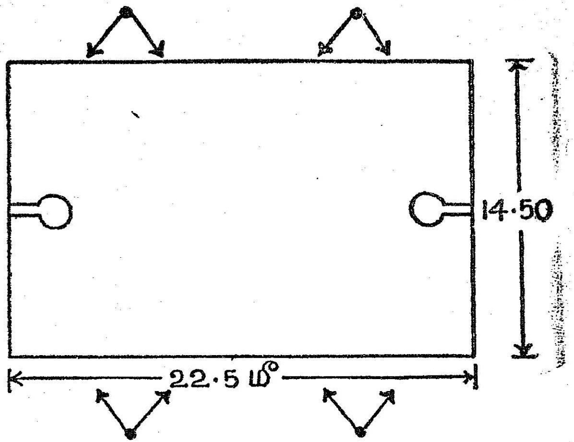
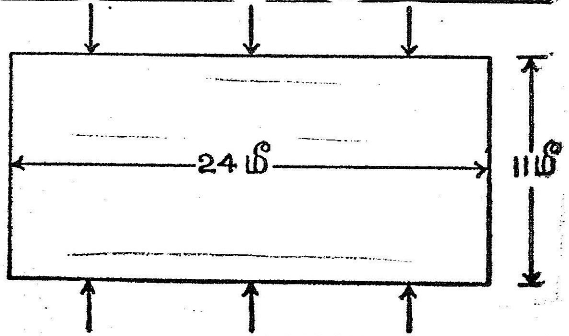
மதிப்பிறக்கக் காரணி (Depreciator factor) = 1·4

500 வாட் விளக்கின் வெளிப்பாடு = 9000 லூமென்கள்.

அட்டவணை 4–14.

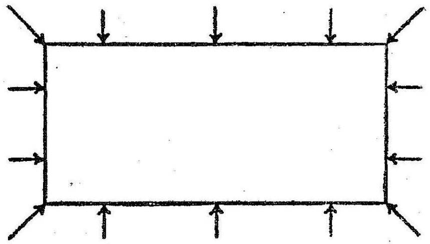
விளையாட்டு மைதானத்தின் ஒளியூட்டம் (Sports Field's Lighting)

வரிசை எண்	விளையாட்டு மைதானம்	புனல் ஒளியூட்ட வகை	விளக்குக் கம்பங்கள் எண்ணிக்கை	விளக்குகளின் எண்ணிக்கை	விளக்குகளின் திறன் வாட்கள்	மொத்த சுமை அளவு வாட்கள்	விளக்கு பொருத்தப் படும் உயரம்	அமைப்பு (lay out)
1.	பூப்பந்தாட்ட மைதானம் (Badminton court)	அகலமான கோண வகை	2	2 × 2 இரு கம்பத்தில் இரு விளக்குகள்	1000	4000	7.5 மீ	 படம் 4-47 (அ)

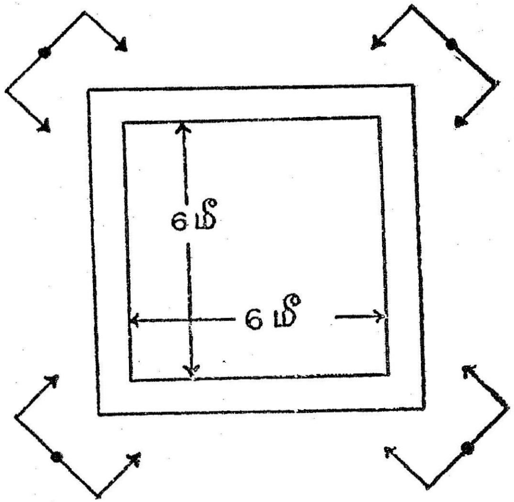
7. கூடைப் பந்தாட்ட மைதானம் (Basket ball court)	அகலமான கோண வகை	4	4×2	1000	8000	9 மீ	 படம் 4.47 (ஆ)
8. வரிப்பந்தாட்ட மைதானம் (Tennis court)	அகலமான கோண வகை (100°)	6	6×1	1000	6000	7.5 மீ 9 மீ	 படம் 4.47 (இ)

அட்டவணை 4-14. (அ)

விளையாட்டு மைதானத்தின் ஒளியூட்டம் (Sports Field's Lighting)

வரிசை எண்	விளையாட்டு மைதானம்	புனல் ஒளி யூட்ட வகை	விளக்கு கம்பங் களின் எண் ணிக்கை	விளக்குகளின் எண்ணிக்கை	விளக்குகளின் திறன் வாட்கள்	மொத்த சுமை அளவு வாட் கள்	விளக்கு பொருத்தப் படும் உயரம்	அமைப்பு (lay out)
4.	கால் பந்தாட்ட மைதானம்	அகல மான கோண வகை (80°-90°)	6	5×16 (1வரிசையில் 16 விளக்குகள் வீதம் 5 வரிசை)	1500	720,000	18 மீ, முதல் 36 மீ. வரை	 படம் 4-47 (ஈ)

5.	குத்துச் சண்டை இடமும் மல்யுத்த வளையமும்	அகலமான கோண (70°-85°) வகை	4	(1) 2 × 1000 (கலை தொழிலர்)	1000	80,000	4·5 மீ முதல் 6·0 மீ. வரை
				(2) 2 × 1750 வாழ்க்கைத் தொழில்	1750	14,000	
				(3) 4 × 1750 மல்லன்	1750	28,000	



படம் 4.47 (உ)

(i) Amateur (ii) Professional (iii) Champion

தீர்வு:

21 லூமென்/ச.மீ ஒளிப்பொலிவு கிடைக்கத் தேவைப்படும் படு ஒளிவிளக்கம் (incident illumination)

$$= \frac{\text{ஒளிப்பொலிவு (லூமென்/ச.மீ)}}{\text{எதிரொளிப்புக் குணகம்}}$$

$$= \frac{21}{0 \cdot 3} = 70 \text{ லக்ஸ்}$$

புனல் ஒளியூட்டத்தின் பரப்பு = 50 × 20 = 1000 ச.மீ
தேவையான மொத்த லூமென்கள் = 1000 × 70 = 70,000
ஒளி வீழ்த்திகளிலிருந்து பெறக்கூடிய முழு மொத்த லூமென்கள்

$$= \frac{70{,}000 \times 1 \cdot 2 \times 1 \cdot 4}{0 \cdot 65}$$

$$= 180{,}900$$

500 வாட் விளக்கினைப் பயன்படுத்தினால், தேவைப்படும் விளக்குகளின் எண்ணிக்கை

$$= \frac{180\,900}{9{,}000} = 20 \cdot 1 \text{ அல்லது } 20$$

மொத்த ஒளி வீழ்த்திகளின் எண்ணிக்கை = 20.

விளையாட்டு மைதானத்தின் ஒளியூட்டம்:
(அட்டவணை 4–14, 4–14(அ) பார்க்க.)

4-6-10-3. தெரு ஒளியூட்டம்

சாலையின் மேற்பரப்பு, ஓர நடைப்பாதையின் மேற்பரப்பு ஆகியவற்றின்மீது ஒரே சீரான ஒளிப்பரவல் கிடைக்கும்படியும், கண் கூசுதலைத் தவிர்க்கும்படியும், வகை செய்வது தெருவினை ஒளியூட்டச் செய்வதின் முக்கிய நோக்கமாகும்.

தெரு ஒளியூட்டம், உள்வீட்டு ஒளியூட்டத்திலிருந்து (interior lighting) கீழ்க்கண்ட விதங்களில் மாறுபாடு உடையது:

(i) உள்வீட்டு அமைப்பில் உள்ளதைப்போல் சுவர்களோ, உட்கூரையோ கிடையாது. இதனால் அறையின் உட்புறப்பகுதிகளின் வெளிர்நிற மேற்பரப்புகளின்மீது பட்டு எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியாற்றலின் கணிசமான அளவு கிடைப்பதில்லை. மேலும், ஒளிவிளக்கம் செய்ய வேண்டிய பொருள்களாகிய சாலை, ஓர நடைப்பாதை, மரங்கள் போன்றவை கறுப்பு நிறமுடையவை. விளக்கினின்று நேரிடையாக இப் பொருள்களின்மீது, படாமல்

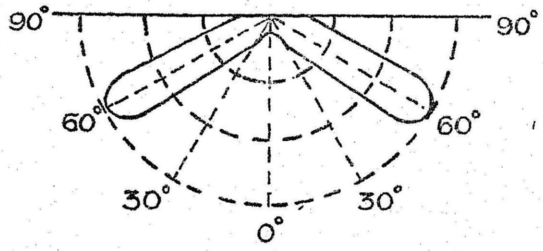
செல்லும் ஒளியும், விளக்கின் மேற்புறம் நோக்கிச் செல்லும் ஒளியும், மரங்களின் மீது படும் ஒளியும் வீணாக்கப்படுகின்றன. ஆகவே, சாலையின் மீதுள்ள பொருளைக் கண்டறிவதற்கு, விளக்கொளித் தோற்றுவாயினின்று நேரிடையாக வரும் ஒளியாற்றலின் அளவு குறைவு. ஒளித்தோற்றுவாயினின்று இங்ஙனம் நேராக வரும் ஒளி கண் கூசச் செய்வதுடன், அடர்ந்த நிழலையும் உண்டாக்குகிறது.

(ii) பொதுவாக உள்வீட்டு ஒளியூட்ட அமைப்பில் அதிகமான விவரங்கள், நுட்பமான வேறுபாடுகள் ஆகியவற்றை உணர்வதற்கும், மிகக் குறைவாக ஒளியைத் திருப்பும் பொருள்களைக் கொண்டு, வேலை செய்வதற்கும் மிகுதியான ஒளிவிளக்க அளவு தேவைப்படுகிறது. ஆனால், தெரு ஒளியூட்டத்திற்குக் குறைந்த ஒளிவிளக்க அளவு போதுமானது. ஏனெனில், சாலையின் மீதுள்ள பொருள்களைத் தொடர்ந்து பார்க்க வேண்டிய அவசியமில்லை. மேலும் பார்க்க வேண்டிய பொருளின் நிறத்தைப் பற்றியோ, அல்லது அவற்றின் முழு விவரத்தைப் பற்றியோ அறிந்துகொள்ள வேண்டிய அவசியமில்லை. அப் பொருளின் அடையாளத்தைக் கண்டறிந்து கொள்ளும் அளவுக்கு ஒளிவிளக்கமிருந்தால்போதும். சாலையின் மீதுள்ள அசையும் பொருள்கள், நடந்து செல்பவர்கள் உந்து வண்டிகள் போன்றவை. அசையாப் பொருள்கள் இடறுகுழி (pitfalls), தடைப் பொருள்கள் போன்றவை. இப் பொருள்கள் ஒலிப்பொலிவுமிக்கப் பின்னணியில் திண்ணிழல் உருவப்படிவுகளாகக் (silhouetted) காட்சியளிப்பதால், அவற்றைப் பார்க்க முடிகிறது.

சாலை ஒளியூட்டத்தின் திட்ட அமைப்பு, நடந்து செல்பவர் (pedestriar) உந்து வண்டி ஓட்டுபவர் (vehicle driver) ஆகிய இருவருக்கும் பயன்படும் வகையில் இருக்க வேண்டும். கால் நடையாகச் செல்பவர்கள், சிறிது தூரத்தில் உள்ள பொருள்களை, ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் தத்துவத்தின்படி (diffusion principle) கண்டறிந்து கொள்ளும் வகையில், சாலையினை ஒளி விளக்கம் செய்யவேண்டும். அதே சமயத்தில் உந்து வண்டிகளை ஓட்டுபவர்கள், அதிக தூரத்தில் உள்ள பொருள்களை எதிர்நிழல் உருக்காட்டும், பிரதிபலிக்கும் தத்துவத்தின்படி (specular reflection principle) பார்த்து அறிந்துகொள்ளும் அளவுக்குச் சாலை ஒளி விளக்கம் இருக்க வேண்டும். அதாவது ஒரே விதமாக ஒளியூட்டம் செய்யப்பட்ட சாலை இரு தரப்பினருக்கும் பயன்படும் வகையில் இருக்கவேண்டுமென்பதே.

(i) ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் தத்துவம் (Diffusion principle)

விளக்கொளித் தோற்றுவாயின் ஒளிக்கதிர்களின் படுகோணம் மிகச்சிறியதாய் இருந்தால், சாலையின் மேற்பரப்பு, ஒளியினைப்பரவி விரவச் செய்யும் பரப்பாக இருக்கும். இங்ஙனம் சாலையின் மேற்பரப்பின்மீது பட்டு, பரவி விரவச் செய்யும் ஒளியின் சிறுபகுதி பார்வையாளரின் திசையினை நோக்கிச் செல்லும். ஆகவே, நோக்காளருக்குச் சாலையின் மேற்பரப்பு பளபளப்பான ஒளிப்பொலிவுடன் தோன்றும். இதனால் பார்வையாளருக்கு, சாலையின் மீதுள்ள தடைப்பொருளை அறிந்து கொள்ளும் புலனுணர்வு (perception) ஏற்படுகின்றது. ஆகவே, ஒரு விளக்குக் கம்பத்திற்கும் மற்றொரு விளக்குக் கம்பத்திற்குமிடையேயுள்ள சாலையின் மேற்பரப்பின் ஒளிவிளக்கம் ஒரே சீரானதாக இருக்கும்படி தெருவினை ஒளிபெறச் செய்வது மிக அவசியமாகிறது. தனிச் சிறப்பு வாய்ந்த பிரதிபலிப்புகளைக் கொண்டு இத்தகைய ஒளிவிளக்கத்தினைப் பெறலாம். தெரு ஒளியூட்டத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும், பிரதிபலிப்பு ஒன்றினால் கிடைக்கும் போலார் வரி வடிவம், படம் 4-48-ல் காட்டியவாறு இருக்கும்.



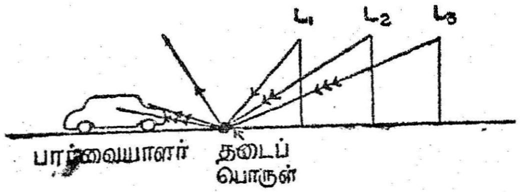
படம் 4-48.

பிரதிபலிப்பினால் கிடைக்கும் போலார் வடிவம்

விளக்கின் செங்குத்துத் தளத்திற்குச் சுழிமதிப்புக் கோணத்தின் திறனின் மதிப்பு மிகக் குறைவாகவும், இதன் மதிப்பிற்குப் படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டே வந்து, துண்டிக்கும் கோணத்தில் (cut-off angle) பெரும மதிப்புடையதாகவும் இருக்கும். துண்டிக்கப்படும் கோணத்தின் அளவு கிடைத்தள மட்டத்திற்கும் கீழ் 30° கோண வரம்புக்குட்பட்டிருக்கும். இங்ஙனம் செய்வதால் கண்கூசுதலைத் தவிர்க்கலாம்,

(ii) எதிர்நிழல் உருக்காட்டும் பிரதிபலிப்புத் தத்துவம் (Specular Reflection Principle)

விளக்கொளித் தோற்றுவாய்களின் ஒளிக்கதிர்கள் மிக அதிகமான படுகோணத்தில், சாலையின் மேற்பரப்பின்மீது விழும் போது, எதிர் நிழல் உருக்காட்டுப் பிரதிபலிப்பு ஏற்படுகின்றது. அதிகமான படுகோணத்தில் சாலையின்மீது விழும் இக் கதிர்களே, சாலைக்குத் தேவையான ஒளிப் பொலிவினைத் தருகின்றன. சாலையின்மீது ஏதேனும் ஒரு தடுப்பு அல்லது வழியடைப்பு இருந்தால், பார்வையாளரை நோக்கிச் செலுத்தப்படும் (அதிகமான படுகோணத்தில் பட்டு) எதிரொளிக்கப்பட்ட கதிர்கள் இத் தடையினால் தடுக்கப்படுகின்றன. ஆகவே, தடைப்பொருள் வெளிச்சமான பின்னணியில் கறுப்பு வடிவமாகத் தோன்றும். இதனைத் தொழில் நுட்பச் சொல்லில் திண்ணிழல்-உருப்படிவி (silhouetting) என்று குறிப்பிடுவர்.



படம் 4.49.

திண்ணிழல்-உருப்படிவி

படம் 4.49-ல் காட்டியபடி, L_2, L_3 விளக்குகளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள், மிக அதிகமான படுகோணத்தில் தடுப்புப் பொருளின் மீதுபட்டு, எதிரொளிப்பதின் மூலம் ஒளிக்கதிர்கள் திருப்பமடைந்து எதிர் நிழல் உருக்காட்டும் பிரதிபலிப்பு ஏற்படுகின்றது. இதனால் சாலையின்மீதுள்ள தடைப்பொருளை, உந்து வண்டியை ஓட்டுபவர் தடைப் பொருளுக்கு வெகு தூரத்தில் வரும் பொழுதே பார்க்க முடிகிறது. ஆனால் L_1 என்ற விளக்கினின்று வரும் ஒளிக்கதிர் மிகச் சிறிய படுகோணத்தில் தடைப்பொருளின்மீது படுவதால், எதிரொளிக்கப்பட்ட இக் கதிர் ஓட்டுபவரின் பார்வையில் படுவதில்லை. மாறாக நடந்து செல்பவர் தடைப்பொருளுக்கு அருகில் வரும் பொழுது, L_1 என்ற விளக்கினின்று வரும சிதறடிக்கப்பட்ட ஒளிக்கதிரின் உதவியால் எதிரேயுள்ள தடுப்புப் பொருளைப் பார்க்க முடிகின்றது. ஆகவே, தடைப்பொருளுக்கு வெகு தூரத்தில் உந்து வண்டியை

ஓட்டிவருபவருக்கும், அப் பொருளுக்குச் அருகில் சிறிது தொலைவில் நடந்து வருபவருக்கும், கண்டு உணரும் வகையில், சாலையின் மேற்புறம் வெளிர் நிறமாகவும், ஒரே சீராக ஒளியூட்டப்பட்டதாகவும அமைக்கப்பட வேண்டும்.

சாலை ஒளியூட்ட அமைப்பிற்குத் தேவைப்படும் ஒளிவிளக்கச் செறிவு, அச் சாலையின்மீது செல்லும் உந்து வண்டிகளின் வேகம், போக்குவரவு நடமாட்டம் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்திருக்கும். வெவ்வேறு வகை போக்குவரத்துக்கு உகந்த ஒளிவிளக்கு அளவுகள் கீழே உள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4-15.

வரிசை எண்	போக்கு வரத்து வகை	ஒரு மணியில் சாலைமீது செல்லும் உந்து வண்டிகளின் எண்ணிக்கை	ஒளிவிளக்கச் செறிவு (லக்ஸ்) சராசரி	சிறும அளவு
1.	மிகுந்த அடர்த்தியானது	3000-க்கு மேற்பட்ட அளவு	17·2	4·3
2.	அடர்த்தியானது	2000-3000	14.0	3·4
3.	நடுத்தரமானது	1000-2000	9·7	2·4
4.	அடர்த்திக் குறைவானது	3000-1000	7·5	1·82
5.	மிக அடர்த்திக் குறைவானது	100-300	4·3	1·08
6.	நடந்து செல்பவர்	—	1·08	0·59

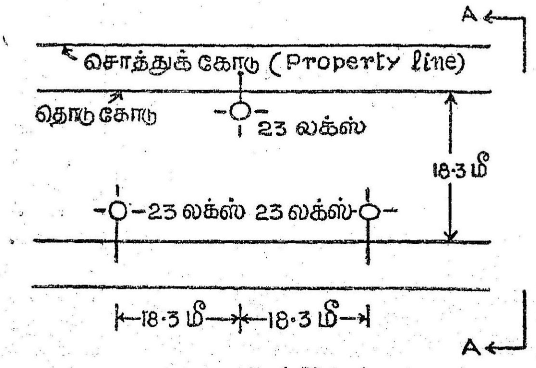
சாலை ஒளியூட்ட அமைப்புக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் ஒளிவிளக்கச் செறிவு, சாலையின் பரப்பு, போக்குவரத்து நிலைமைகள் ஒளிவிளக்கமட்டம், விளக்கு ஒளித் தோற்றுவாயின் ஒளிப்பரவல் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்திருக்கும். பொதுவாக, எரியொளிர்வு அல்லது வெண்சுடர், பாதரச விளக்கு, தன்னொளிர் விளக்கு போன்றவற்றினைத் தெரு ஒளியூட்டத்திற்குப் பயன்படுத்துவர்.

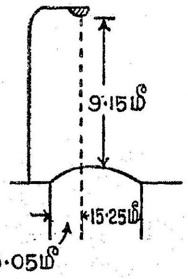
அட்டவணை 4-16.

விளக்குத் தேர்வுக்கு வழிகாட்டி

ஒளித் தோற்றுவாய்	மேன்மைகள்	குறைகள்
1. எரியொளிர்வு விளக்கு	இந்த அமைப்பின் தொடக்கச் செலவு குறைவு. கணப் பொழுதில், தொடக்கியின் மூலம் விளக்கினை எரிய வைக்கலாம்.	விளக்கின் பயனுறு திறன் குறைவு (15%). ஆயுட்காலம் குறைவு (1000 மணிகள்); சமமான ஒளி விளக்கத்திற்கு இதன் மூலம் ஆகும் மின்னோட்டச் செலவு அதிகம்.
2. தன்னொளிர்வு விளக்கு	விளக்கின் பயனுறு திறன் அதிகம் (48%); நீண்ட ஆயுட்காலத்தினையுடையது (5000 மணிகள்); கண்ணுக்கினிய ஒளியினைத் தர வல்லது.	இந்த அமைப்புக்கு ஆகும் தொடக்கச் செலவு அதிகம். உயரம் அதிகமாகவும், அகலம் குட்டையாகவும் உள்ள இடங்களில் இந்த அமைப்பின பயனுறு திறன் குறைவு.
3. பாதரச ஆவி விளக்கு	விளக்கின் பயனுறு திறன் அதிகம் 53%; நீண்ட ஆயுட்காலமுடையது (2000 மணிகள்); இந்த அமைப்பின் பயனுறு திறன் (System efficiency) சிறந்தது.	இந்த அமைப்புக்கு ஆகும் தொடக்கச் செலவு அதிகம். நிறக் குறைபாடு உண்டு. முழு ஒளிப் பொலிவுடன் தொடங்க முடியாது. ஒரு முறை அணைத்து மீண்டும் எரிய வைப்பதற்குச் சிறிது நேரம் பிடிக்கும்.

புதிதாக அமைக்கப்படும் தெரு ஒளியூட்டத்திற்குத்தன்னொளிர்வு விளக்குகளும் பாதரச ஆவி விளக்குகளும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாதிரிக் கணக்கு, தெரு ஒளியூட்டத்தினைக் கணக்கிடும் முறையினை விவரிக்கிறது. படம் 4-50(அ)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள தெரு ஒளியூட்ட வரைபடத்தைக் கவனிக்கவும்.





படம். 4-50 (அ) படம் 4-50(ஆ)

தெரு ஒளியூட்ட வரைபடம் (Street lighting sketch)

A A மின்குறுக்களவு

எடுத்துக்காட்டு 4-23.

தேவையான லூமென் வெளிப்பாடு (lumen output) = 220

தீர்வு :

வீட்டுப் பக்க விகிதம் = 3·05 9 15 = 0·33
(House side ratio)

தெருப் பக்க விகிதம் = 15·25/9·15 = 1·66
(Street side ratio)

தெருப்பக்கப் பயனுள்ள காரணி (utilisation factor)
1·66-க்கு = 0·39 எனவும்

வீட்டுப்பக்க பயனுள்ள காரணி 0·33-க்கு = 0·07 எனவும்

கொண்டால், மொத்தப் பயனுள்ள காரணி 0·46

(லூமென் மதிப்பிறக்கக் காரணி = 0·85 (ஊகித்துக்கொள்ளல்)
(Lumen depreciation factor)

தூசிப் படிவினால் ஏற்படும் மதிப்பிறக்கக் காரணி } = 0·9 (,,)

லூமென் வெளிப்பாடு × லூமென் மதிப்பிறக்கக் காரணி ×

சராசரி ஒளி விளக்கம் = (தூசிப் படிவினால் ஏற்படும் மதிப்பிறக்கக் காரணி × மொத்த பயனுள்ள காரணி) / (விளக்குகளுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளி × தெரு அகலம்)

$$= \frac{220 \times 0{\cdot}85 \times 0{\cdot}9 \times 0{\cdot}46}{18{\cdot}3 \times 18{\cdot}3}$$

= 23 லக்ஸ்.

அனுபவ வாயிலாகப் பார்க்கப் போனால் முறையான தெருக்களுக்குச் (regular streets) சிறும ஒளியூட்ட அளவு சராசரி அளவில் 0 33 பங்கு இருக்கவேண்டும். குடியிருப்புத் (residential) தெருக்களுக்கு இந்த விகிதம் 1 : 6 ஆக இருக்கலாம்.

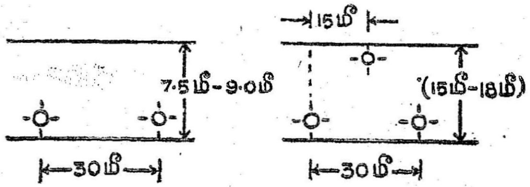
தெரு ஒளியூட்ட அமைப்பினைக் கீழ்க்கண்டவாறும் வகைப் படுத்தலாம்: (i) தொகுப்பு "ஏ" (Group A): நெடுஞ்சாலை (Trunk road): பொதுவாக நெடுஞ்சாலைகளில், விளக்குப் பொருத்திகளின் உயரம் தரை மட்டத்திற்கு மேல் 7·5 மீட்டர் முதல் 12 மீட்டர் வரை இருக்கும். இடைவெளி - உயர விகிதம் (spacing height ratio) 4 : 1. இரு விளக்குக் கம்பங்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி சுமார் 37 மீட்டர்/30. நீட்சி - மீட்டர் சாலைக்குத் (linear metre of road) தேவைப்படும் மொத்த லூமென் வெளிப்பாடு 10,000 முதல் 20.000 லூமென் வரை இருக்கும்.

(ii) தொகுப்பு "பி" (Group B) : பக்கவாட்ட வீதிகள் (Side streets): பக்கவாட்ட வீதிகளில், விளக்குப் பொருத்திகளின் உயரம் சுமார் 7·5 மீட்டர். இடைவெளி - உயர விகிதம் 6 : 1. 30 நீட்சி. மீட்டருக்குத் (linear feet) தேவைப்படும் லூமென் வெளிப்பாடு 600 முதல் 2500 லூமென்கள் வரை இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக 1·2 மீட்டர் நீளமுள்ள 40 தன்னொளிர்வு விளக்கு கொடுக்கும்

$$\text{ஒளிப்பாய்வு} = \frac{2400}{0{\cdot}7 \times 0{\cdot}7} = 4800 \text{ லூமென்கள் (தோராயமாக).}$$

7·5 மீட்டர் முதல் 9 மீட்டர் அகலமுள்ள சாலையில் 7·5 மீட்டர் உயரத்தில் 30 மீட்டர் இடைவெளியில் இந்த விளக்குகளைப் பொருத்தினால் போதுமான ஒளி விளக்கம் கிடைக்கும். சாலையின் அகலம் இந்த அளவினைப்போல் இரண்டு மடங்கானால் (அதாவது

15 மீ - 18 மீ) 30 மீட்டர் இடைவெளியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் இரு விளக்குக் கம்பங்களுடன் அவற்றின் நடுவில் எதிர்த் திசையில் ஒரு விளக்குக் கம்பத்தினையும் படம் 4-51-ல் காட்டியபடி நடவேண்டும்.



7·5 மீ-9·0 மீ அகலமுள்ள சாலை   15 மீ-18 மீ அகலமுள்ள சாலை

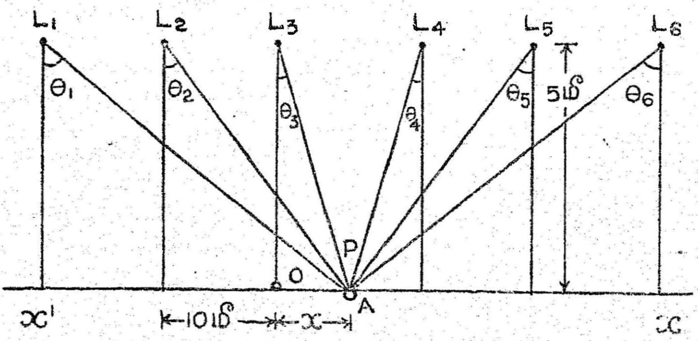
படம் 4-51.

விளக்குக் கம்பங்கள் நடவேண்டிய முறை

எடுத்துக்காட்டு 4-24.

10 மீட்டர் இடைவெளியிலும், தரையின் மையக் கோட்டிற்கு மேல் (centre line of the floor) 5 மீட்டர் உயரத்திலும், பொருத்தப்பட்ட விளக்குகளைக் கொண்டு ஒரு காரிடரை (corridor) ஒளியூட்டச் செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு விளக்கும் 100 வத்தித்திறன்.

தீர்வு :



படம் 4-52.

பெரும, சிறும ஒளி விளக்கம்

ஒளிச் செறிவினை எல்லாத் திசைகளிலும் கிடைமட்டத்திற்குக் கீழே கொடுக்குந் தன்மை வாய்ந்ததாயிருந்தால், தரைமட்டத்தின் மேல் மையக் கோட்டின் வழியாக உண்டாகும் பெரும சிறும ஒளி விளக்கத்தினைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

$X'OX$ வழியாக உள்ள கோட்டில் ஏதேனும் ஒரு புள்ளி A-ன் ஒளி விளக்கம் $= \frac{CP}{d^2}\cos\theta$

$$= \frac{CP}{(h/\cos\theta)^2} \times \cos\theta$$

$$= \frac{CP}{h^2}\cos^3\theta$$

L_1, L_2, L_3, L_4, L_5 ...... போன்றவற்றை ஒளியூட்டும் விளக்குகளாகக் கொள்வோம்.

A என்னும் புள்ளியில் உண்டாகும் L_1 விளக்கின் ஒளியூட்டம் $= \frac{100}{5^3}\cos^3\theta_1 = 4\cos^3\theta_1$

ஆகவே, எல்லா விளக்குகளினால் A என்னும் புள்ளியில் உண்டாகும் மொத்த ஒளியூட்டம்

$$= 4\left[\cos^3\theta_1 + \cos^3\theta_2 + \cos^3\theta_3 + \cos^3\theta_4 + \cos^3\theta_5 + \ldots\right] \quad \ldots (1)$$

பெருமமும், சிறுமமுமான ஒளி விளக்கத்தினைக் காண்பதற்கு மேற்குறித்த சமன்பாட்டைக் குறுக்க வேண்டும்.

அதாவது $\frac{d}{dx}\left[4\left(\cos^3\theta_1 + \cos^3\theta_2 + \cos^3\theta_3 + \ldots\ldots\right)\right]$

$$= -4 \times 3\left[\cos^2\theta_1 \sin\theta_1 \frac{d\theta_1}{dx} + \cos^2\theta_2 \sin\theta_2 \frac{d\theta_2}{dx} + \ldots\right] = 0 \ldots (2)$$

$$\tan\theta_1 = \frac{10 + 10 + x}{5}$$

$$\frac{d}{dx}(\tan\theta_1) = \sec^2\theta_1 \frac{d\theta_1}{dx} = \frac{1}{5}$$

$$\therefore \frac{d\theta_1}{dx} = \frac{\cos^2\theta_1}{5}$$

அதேபோல் $\frac{d\theta_2}{dx} = \frac{\cos^2\theta_2}{5}$

$$\frac{d\theta_3}{dx} = \frac{\cos^2\theta}{5}$$

$$\frac{d\theta_4}{dx} = -\frac{\cos^2\theta_4}{5}$$

$$\frac{d\theta_5}{dx} = -\frac{\cos^2\theta_5}{5}$$

இவற்றைச் சமன்பாடு (2)-ல் ஈடு செய்தால்

$$-4 \times \frac{3}{5}\left[(\cos^4\theta_1 \sin\theta_1 + \cos^4\theta_2 \sin\theta_2 + \cos^4\theta_3 \sin\theta_3 - \cos^4\theta_4 \sin\theta_4 - \cos^4\theta_5 \sin\theta_5\right] = 0$$

$$4 \times \frac{3}{5}\left[\cos^4\theta_1 \sin\theta_1 + \cos^4\theta_2 \sin\theta_2 + \cos^4\theta_3 \sin\theta_3 - \cos^4\theta_4 \sin\theta_4 - \cos^4\theta_5 \sin\theta_5\right] = 0$$

A என்ற புள்ளி, விளக்குகள் L_3-க்கும் L_4-க்கும் நடுவில் இருந்தால் $\theta_3 = \theta_4, \theta_2 = \theta_5$ என இப்படியாகத் தொடரும்.

ஆகவே,

$$\cos^4\theta_3 \sin\theta_3 = \cos^4\theta_4 \sin\theta_4$$

$$\cos^4\theta_2 \sin\theta_2 = \cos^4\theta_5 \sin\theta_2$$

போன்ற ஜோடித் தொடர்கள் நீக்கம் பெறும். ஆகவே, ஒளி விளக்கம் சிறும அளவாக அல்லது பெரும அளவாக இருக்கலாம். ஆனால், கணக்கிட்டுப் பார்த்தால் விளக்குக் கம்பிகளின் மையப் புள்ளியின் ஒளிவிளக்கம் எப்பொழுதும் சிறுமமாகவே இருக்கும். மாறாக P என்ற புள்ளி விளக்கு L_3-க்கு நேர் அடிப்பாகத்தில் இருந்தால் $\theta_3 = 0, \theta_2 = \theta_4, \theta_1 = \theta_5$ என்று தொடரும். ஆகவே θ_3 கோணத்தைக் கொண்ட தொடர் சுழிமதிப்பாகி, மற்ற தொடர்கள் ஜோடியாக நீக்கம் பெறும். அதாவது பெரும ஒளி விளக்கம் L_3 என்ற விளக்கின் நேரடிப்பாகத்தில். கிடைக்கும் L_3 என்ற விளக்கின் அடிப்பாகத்தில் உண்டாகும் பெரும ஒளி விளக்கத்தினைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம் (அட்டவணை 4-17,

அட்டவணை 4-17.

$\theta_3 = 0$	$\cos\theta_3 = 1$	$\cos^3\theta_3 = 1$
$\theta_4 = \tan^{-1}\frac{10}{5} = 63°26'$	$\cos\theta_4 = 0{\cdot}4483$	$\cos^3\theta_4 = 0{\cdot}0912$
$\theta_5 = \tan^{-1}\frac{20}{5} = 75°58'$	$\cos\theta_5 = 0{\cdot}2447$	$\cos^3\theta_5 = 0{\cdot}01465$
$\theta_6 = \tan^{-1}\frac{30}{5} = 80°34'$	$\cos\theta_6 = 0{\cdot}1662$	$\cos^3\theta_6 = 0{\cdot}00459$

பெரும ஒளி விளக்கம்

$$= \frac{100}{5^2}\left[1 + 2 \times 0{\cdot}0912 + 2 \times 0{\cdot}01465 + 2 \times 0{\cdot}00459\right]$$

$$= 4 \times 1{\cdot}2219$$

$= 4{\cdot}8876$ லக்ஸ்

விளக்குக் கம்பங்கள் L_3-க்கும் L_4-க்கும் நடுவில் உள்ள புள்ளியில் ஏற்படும் சிறும ஒளிவிளக்கத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

அட்டவணை 4-18.

$\theta_4 = \tan^{-1}\frac{5}{5} = 45°$	$\cos\theta_4 = 0{\cdot}7071$	$\cos^3\theta_4 = 0{\cdot}3536$
$\theta_5 = \tan^{-1}\frac{15}{5} = 71°34'$	$\cos\theta_5 = 0{\cdot}3184$	$\cos^3\theta_5 = 0{\cdot}0323$
$\theta_6 = \tan^{-1}\frac{25}{5} = 78°37'$	$\cos\theta_6 = 0{\cdot}2$	$\cos^3\theta_6 = 0{\cdot}008$

சிறும ஒளி விளக்கம

$$= \frac{100}{52} \times 2\,[0{\cdot}3526 \times {\cdot}0{\cdot}0323 \times 0{\cdot}0080$$

$$= 8 \times 0{\cdot}3939$$

$$= 3{\cdot}1512 \text{ லக்ஸ்}$$

எடுத்துக்காட்டு 4-25.

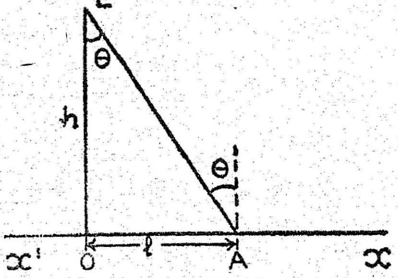
கீழ்க்கண்ட அளவுகள் ஒரு விளக்கின் நெடுக்கிடை அச்சு வழியாக எடுத்த போலார் வளைகோட்டினைச் சார்ந்தது.

அட்டவணை 4-19.

வத்தித்திறன் C. P.	400	450	480	410	320	240	120	40
நெடுக்கிடைக் கோணம்	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°

விளக்கின் உயரம் 5 மீட்டராக இருந்தால், விளக்கின் கீழே உள்ள கிடைமட்டக் கோட்டின் ஒளி விளக்கத்தினைக் காட்டும் வளைகோடு ஒன்றினை வரைக.

தீர்வு :



படம் 4-53.

XOX என்ற கோட்டின் வழியாக உள்ள ஏதேனும் ஒரு புள்ளி A-ன் ஒளி விளக்கம் $= \frac{CP}{d_2} \cos\theta$

$$= \frac{CP}{\left(\frac{h}{\cos^8\theta}\right)^2} \times \cos\theta$$

$$= \frac{CP}{h^2} \cos^3\theta$$

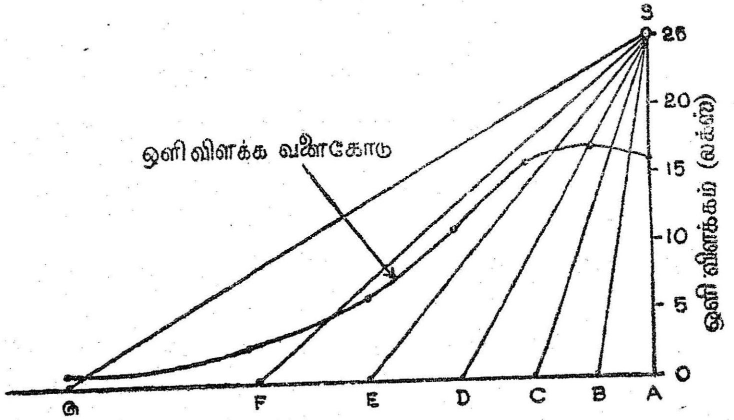
அட்டவணை 4-20.

θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	00°
$\cos\theta$	1	0 9848	0 9397	0.8660	0.7660	0.6428	0·5	0.342
$\cos^3\theta$	1	C9·5	0·83	0·65	0·45	0·265	0·125	0·04
CP	00	450	480	410	320	240	120	40
$\frac{CP}{h_2}$	16	18	19·3	16·4	12·8	9 6	4·8	1·6
$E_2 \frac{CP}{h^2}\cos^3\theta$	16	17·1	15·94	10·66	5·76	2·544	0·6	0·64
$\tan\theta$	0	017.63	0 364	0 5774	0·839	1·191	1·732	2·747
$l = h \times \tan\theta$	0	0881·5	1·82	2·887	4·195	5 955	8 66	13·735
இருப்பிடம்	A	B	C	D	E	F	G	H

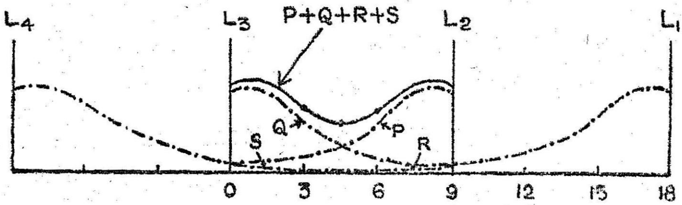
ஒளி விளக்கத்தினை Y அச்சிலும், தூரத்தினை X அச்சிலும் எடுத்துக் கொண்டு, ஒரு வரைபடம் வரைந்தால், படத்தில் காட்டியபடி தேவையான ஒளிவிளக்க வளைகோடு கிடைக்கும். இதில் S என்னும் புள்ளி ஒளித்தோற்றுவாயினைக் குறிக்கும் $SA = 5$ மீட்டர். S-லிருந்து SA, SB, SC, SD போன்ற நேர்கோடுகளை முறையே செங்குத்துக் கோட்டிற்கு 0°, 10°, 20°, 30° .. ஆக இருக்கும்படி வரையப்பட்டவை. இங்ஙனம் போலார் வளைகோட்டின் உதவியின்றியே, ஒளிவிளக்க வரைகோட்டினைக் கண்டறியலாம்.

X அச்சு = 1 செமீ = 0 5 மீட்டர்

Y அச்சு = 1 செமீ = 2 5 லக்ஸ்.



படம் 4-54.
ஒளிவிளக்க வளைகோடு



படம் 4-55.
விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளியில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க வளைகோடு

எடுத்துக்காட்டு 4-26.

எடுத்துக்காட்டுக் கணக்கு 4–25-ல் குறிப்பிட்ட விளக்குகளை 9 மீட்டர் இடைவெளியில் பொருத்தித் தெருவிற்கு ஒளியூட்டம் அளிக்கப் பயன்படுத்தினால் இரு விளக்குகளுக்குமிடையே கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க வளைகோட்டினை வரைக.

எடுத்துக்காட்டாகப் படம் 4-55–ல் காட்டியபடி L_2, L_3 ஆகிய விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளியில் கிடைக்கும் ஒளி விளக்க வளைகோட்டினைக் கண்டறியும் முறை பின்வருமாறு:

(i) L_2, L_3 ஆகிய இவ்விரண்டு விளக்குகளின் இடையேயுள்ள வெவ்வேறு புள்ளியில் L_2 விளக்கினால் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க வளைகோட்டினை (P) வரைய வேண்டும்.

(ii) அதேபோல் இவ்விரு விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளியில் L_8 விளக்கினால் கிடைக்கும் வளைகோட்டினை (Q) வரைய வேண்டும்.

(iii) L_2-க்குப் பின்னால் உள்ள L_1 விளக்கினால், இந்த இரு விளக்கு இடைவெளியில் கிடைக்கும், வளைகோட்டினை (R) வரைய வேண்டும்.

(iv) அதே போல் L_3-க்குப் பின்னால் உள்ள L_4 விளக்கினால் இந்த இரு விளக்குகளின் இடைவெளியில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க வளைகோட்டினை (S)-ம் வரைய வேண்டும். இந்த வளைகோடுகள் முறையே P, Q, R, S என சங்கிலிப் புள்ளிகளால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. L_2, L_8 ஆகிய இரு விளக்குகளின் இடையேயுள்ள வெவ்வேறு புள்ளியின் ஒளி இந்த நான்கு விளக்குகளினால் கிடைக்கும். ஒளிவிளக்க அளவினைக் கூட்டிக் கிடைக்கும் விளை பயன் வளைகோட்டினை முழுமையான கோட்டினால் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இதுவே இரு விளக்குகளுக்குமிடையே கிடைக்கும் ஒளி விளக்க வளைகோடாகும்.

குறிப்பு :

L_1, L_4 விளக்கினால் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க அளவு மிகச் சிறியதாக இருக்கின்றது. ஆகவே, விளக்கு L_1-க்கும், விளக்கு L_4-க்கும் பின்னால் உள்ள விளக்குகளினால் L_2, L_8 விளக்குகளின் இடைவெளியில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க அளவு தவிர்க்கக்கூடிய அளவுக்கு மிக, மிகச் சிறியதாக இருக்குமாதலால், இப் பகுதியில் கிடைக்கும் ஒளிவிளக்க அளவினை எடுத்துக் கொள்ளவில்லை.

இரு விளக்குகளுக்கு இடையே பகுதியில் கிடைக்கும் விளை பயன் வளைகோடு, விளக்குகளின் நடுவில் சிறுமமாகவும், விளக்குகளின் நேரடிப் பாகத்திற்கு அருகில் பெருமமாகவும் இருக்கின்றது. இதனால் பாதையின் ஒளிப்பொலிவு அவ்வளவாகப் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஏனெனில், இரு விளக்குகளுக்கு நடுவில் அதிகமான படுகோணத்தில் ஒளி படுவதால் எதிர் நிழலுருக் காட்டும் எதிரொளிப்பு (specular reflection) ஏற்படுகிறது.

4-7. ஒளிமானி (Photometer)

ஒளியளவியல் (photometry) ஒளிச்சக்தியை அளவிடுதற்குச் சில அலகு முறைகளை வகுத்து, அதை அளவிடும் முறை ஒளி அளவியல் (photometry) எனப்படும்.

ஒளிமானி, ஒளித் தோற்றுவாயின் ஒளி வீசுதிறனை அனைத்துலக வத்தித்திறன் அலகில் அளவிடும் கருவியாகும். இந்த அளவீடு, ஒரு படித்தர ஒளித் தோற்றுவாயின் ஒளிவீசு திறனோடு ஒப்பிடும் முறையை மேற்கொள்ளுகிறது. இரு ஒளித் தோற்றுவாய்களை நேராகப் பார்த்து அவற்றின் செறிவுகளைச் சுமாராக ஒப்பிட முடியாது. அவற்றுள் பொலிவு மிக்கதையே மிகுந்த செறிவுடையதென நிச்சயமாகத் தேர்ந்தெடுக்க முடியும். இதுவே பார்வை ஒளி அளவியலின் முக்கியத்துவம் ஆகும்.

இரு ஒளித் தோற்றுவாய்களுக்கும் ஒரே அளவு சாய்வுத் தன்மையுடைய ஒரு வெண்ணிறத் திரையில், இவ்விரு ஒளித் தோற்றுவாய்களிலிருந்து விழும் ஒளி ஆற்றலின் ஒளிவிளக்கம் (E) ஒரே அளவாக அமையுமாறு அந்தப் பொருள்களின் தூரங்களை அமைத்தால்,

$$E = \frac{I_1 \cos\theta}{d_1^2} = \frac{I_2 \cos\theta}{d_2^2} \qquad \ldots \quad (4\text{-}47)$$

இதில் I_1, I_2 என்பன முறையே முதல், இரண்டாவது ஒளித் தோற்றுவாய்களின் வத்தித்திறன்கள்.

d_1, d_2 என்பன முறையே, குறிப்பிட்ட மேற்பரப்பிலிருந்து முதல், இரண்டாவது ஒளித் தோற்றுவாய்களின் தூரங்கள்.

θ = ஒளிக்கதிர்களுக்கும், மேற்பரப்பின் செங்குத்துக் கோட்டிற்கும் இடையே உள்ள கோணம்.

$$\therefore \frac{I_1}{d_1^2} \cos\theta = \frac{I_2}{d_2^2} \cos\theta$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1^2}{d_2^2} \qquad \ldots \quad (4\text{-}48)$$

ஒரு மேற்பரப்பில் ஒளித் தோற்றுவாய்கள் சமமான ஒளிவிளக்கங்களைத் தோற்றுவித்தால், அவ்வொளித் தோற்றுவாய்களின் வத்தித்திறன்கள், மேற்பரப்பிலிருந்து அத் தோற்றுவாய்களின் தூரங்களின் இருமடி நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். ஒளிவிளக்கம் சமமாக இருப்பதைக் கண்களைக் கொண்டுதான் வரையறுக்க வேண்டுமாதலால், இந்த முறையில் தவிர்க்க முடியாத ஓரளவு அளவீட்டுப் பிழை ஏற்படும்.

பொதுவாக ஒளிமானிகளை இருவகைப்படுத்தலாம். ஒன்று நிலையிருப்பானது (stationary) மற்றொன்று தூக்கிச் செல்லக் கூடியது (portable).

4-7.1 நிலையிருப்பான ஒளிமானிகளை இருட்டறையினுள் வைத்து, பல்வேறு தோற்றுவாய்களின் வத்தித்திறனைத் துல்லியமாக அளக்க இந்த வகை ஒளிமானிகள் பயன்படுகின்றன.

(அ) புன்சன் கிரீஸ்—பொட்டு ஒளிமானி
(Bunsen Grease spot Photometer)

(ஆ) லம்மர் புரோத்ன் ஒளிமானி
(Lummer Brodhun Photometer)

(இ) கில்டின் இமைத்தல் முறை ஒளிமானி
(Guild's flicker Photometer)

லம்மர் புரோதன் ஒளிமானி, ஒரே நிறமுடைய ஒளித்தோற்று வாய்கள் இரண்டினது ஒளியூட்டும் திறன்களை ஒப்பிடுவதற்குப் பயன்படுக்தப்படுகிறது. ஆனால், கில்டின் விட்டுவிட்டு ஒளிதரும் ஒளிமானி, நிறத்தில் வேறுபட்ட இரு தோற்றுவாய்களின் செறிவுகளை ஒப்பிடுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தூக்கிச் செல்லக் கூடிய ஒளிமானி செயல் ஆய்வுக் கூடத்திற்கும் (laboratory) வெளிப்புறத்திலாவது அல்லது திறந்த வெளியிலாவது உள்ள இடங்களின் மேற்பரப்பின்மீது உண்டாகும் ஒளி விளக்கத்திறனை அளக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது மற்ற ஒளிமானிகளைப் போல் ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயின் வத்தித் திறனைக் கண்டறிய இதனைப் பயன்படுத்துவதில்லை. மாறாக இதனைக் கொண்டு ஒரு மேற்பரப்பின்மீது உண்டாகும் ஒளி விளக்கத்தை நேர் அளவீட்டு முறையில் அளந்து கண்டு பிடிக்கலாம். ஆகவேதான் இவற்றை ஒளிவிளக்க ஒளிமானிகள் என்றும் வழங்குவதுண்டு. இந்த வகை ஒளிமானிகளாவன:

4-7-2-1 (அ) டிராட்டர் (Trotter) ஒளிவிளக்க ஒளிமானி

(ஆ) மேக்பெத் (Macbeth) ஒளிவிளக்கமானி.

(இ) ஒளிமின் அல்லது தடைவேலி அடுக்குகல ஒளிமானி
(Photo electric or Barrier layer cell photometer)

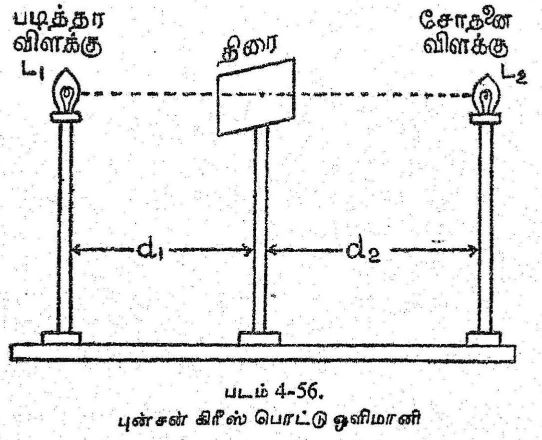
எடை குறைவானதும், நெருக்கமாக வைத்து இணைக்கப் பட்டதுமான இந்த ஒளிமானிகள் பெரிய வீடுகள் அலுவலகங்கள்

வர்த்தக இல்லங்கள் ஆகிய இடங்களின் ஒளிவிளக்கத்தினை அளவிடுவதற்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

4-7-1-1 I (அ) புன்சன் கிரீஸ்-பொட்டு ஒளிமானி

இந்த ஒளிமானியில் உள்ள எஃகினால் ஆன ஒளிமானி பெஞ்சு (photometer bench) நுண்படிகளான அளவுக்கூறுகள் குறிக்கப் பெற்றது (graduated). இந்த பெஞ்சில் மூன்று நிற்புத் தாங்கிகள் (stands) உள்ளன. இரண்டு வெளிப்புற நிற்புத்தாங்கிகளின் ஒன்றில் ஒளித்தோற்றுவாயாக (source under test) தெரியாத வத்தித்திறன் கொண்ட மின்விளக்கு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நடுவில் உள்ள நிற்புத்தாங்கி ஒளிமானியின் தலைப்பகுதியில் (photometer head) உள்ளது. இந்தத் தலைப்பகுதி, செங்குத்தாக நிறுத்தி வைக்கப்பட்ட மெல்லிய ஒளிபுகா வெண்மைத் தாள் ஆகும். இத் தாளின் நடுவில் ஒரு சிறிய வட்டப்பகுதியில் கிரீஸ் என்ற பசை தடவப்பட்டுள்ளது. இந்த கிரீஸ் பொட்டானது, வெண்மைத் தாளினைப் போல் படு ஒளியினைத் திருப்பமடையச் செய்யாமல் அதனைக் கடத்துந் திறனுடையதாய் இருக்கிறது.

இந்தத் திரையில் ஒரு பக்கத்தில், ஒப்பிட வேண்டிய இரு ஒளித்தோற்றுவாய்களில் ஒன்றைக் குறிப்பிட்ட ஒரு தொலைவில்



படம் 4-56.
புன்சன் கிரீஸ் பொட்டு ஒளிமானி

(d^1) வைத்து, மற்றொரு ஒளித் தோற்றுவாயினை, வெண்மைத் தாள் திரைக்கு மறுபக்கத்தில் வைத்து, முன்னோக்கி அல்லது பின்னோக்கி நகர்த்தி, எந்த இடத்தில் அது வைக்கப்பட்டால் திரையின் பசை தடவிய இடம், மற்ற இடங்களிலிருந்து வேறாகத் தனித்துத் தெரியாமல் ஒன்றித்தெரிகிறதோ, அந்த இடத்தில்

வைக்க வேண்டும். இந்த நிலையில் கிரீஸ் பொட்டு இருவிளக்கு களிலிருந்து பெறும் ஒளிவிளக்கம் ஒன்ருக இருக்கும். மேலும், இரு தோற்றுவாய்கள் வெண்தாள் திரையின் நடுவில் உள்ள கிரீஸ் பொட்டு ஆகியவை படம் 4-56-ல் காட்டியபடி ஒரே நேர்க் கோட்டில் இருக்க வேண்டும்.

CP_1, CP_2 என்பவை முறையே L_1, L_2 விளக்குகளின் வத்தித் திறன்கள் d_1, d_2 என்பவை முறையே L_1, L_2 விளக்குகளைத் திரையிலிருந்து இருக்கும் தொலைவினைக் குறிக்கும்.

விளக்கு L_1 லிருந்து கிடைக்கும் கிரீஸ் பொட்டின்

$$\text{ஒளி விளக்கம்} = \frac{CP_1}{d_1^2}$$

விளக்கு L_2-விருந்து கிடைக்கும் கிரீஸ் பொட்டின்

$$\text{ஒளி விளக்கம்} = \frac{CP_2}{d_2^2}$$

கிரீஸ் பொட்டின் ஒளிப்பொலிவு சமமாக இருப்பதால்

$$\frac{CP_1}{d_1^2} = \frac{CP_2}{d_2^2}$$

$$CP_2 = CP_1 \frac{d_2^2}{d_1^2} \qquad \ldots \quad (4-49)$$

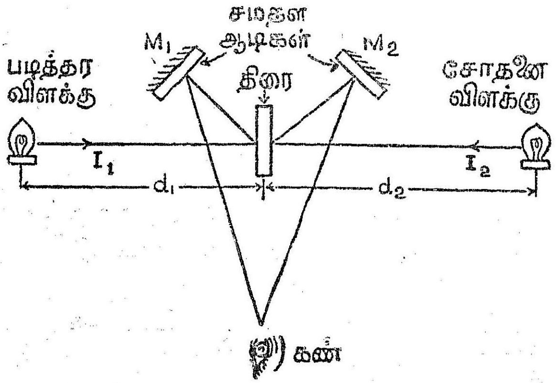
விளக்கு L_1-ன் வத்தித்திறன் CP_1-ன் மதிப்பு தெரிந்திருப்பதால், CP_2 ஐக் கண்டுபிடிக்கலாம். கிரீஸ் பொட்டு ஒரே அளவு பொலிவுடன் எப்படிக் காணப்படுகிறது என்பதனைப் பற்றி இங்கே பார்ப்போம். ஒளிமானி பெஞ்சிலிருந்து வலதுபக்க விளக்கினை எடுத்துவிடுவதாகக் கொள்வோம். வலதுபக்கத்திலிருந்து, இடது பக்க விளக்கினைக் கிரீஸ் பொட்டுமூலம் பார்த்தோமானுல், கிரீஸ் பொட்டு, தாளின் மற்றப்பகுதியோடு ஒப்பிட்டு நோக்கினுல் மிகுந்த ஒளிப்பொலிவுடன் தோன்றும். வெண்மைத்தாளின் மற்ற பகுதி, படுஒளியினைத் திருப்பமடையச் செய்கிறது. அதேபோல் ஒளிமானி தலைப்பகுதியினை (photometer head) பின்னணி வண்ணம் (back ground) கடுமையாக இருக்கும்படிப் பிடித்தால், கிரீஸ் பொட்டுத் தாளின் மற்றப் பகுதியோடு ஒத்திட்டுப் பார்க்கையில், கடுமையாகத் தோன்றும். இதற்குக் காரணமென்னவென்ருல் கிரீஸ் பொட்டு ஒளியினைக் கடத்துகிறது. ஆனுல், தாளின் மற்றப்

பகுதி படுகதிர்களைச் சிதறடிக்கச் செய்வதுடன், எதிரொளிப்பினை யும் செய்கிறது.

இரு விளக்குகளின் வத்தித்திறனை ஒப்பிடுவதற்கு இந்த கிரீஸ் பொட்டினைப் பயன்படுத்தி, பொட்டின் இரு பக்கங்களிலும் ஒரேயளவு ஒளி விளக்கம் ஏற்படுமாறு இரு விளக்குகளின் தொலைவுகளைச் சரி செய்யவேண்டும். இப்படிச் செய்த பிறகு ஒளி மானியலைப் பகுதிக்கு வலது பக்கத்திலிருந்து பார்த்தால், கிரீஸ் பொட்டு மறைந்துவிடும். அதாவது விளக்கு L_1 லிருந்து கிரீஸ் பொட்டு வழியாகக் கடத்தப்படும் ஒளியானது விளக்கு L_2-லிருந்து, வெண்திரையின் மற்ற பகுதியில் பட்டு எதிரொளிப்படையும் ஒளிக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும். அதேபோல் ஒளிமானி தலைப்பகுதிக்கு இடதுபக்கத்திலிருந்து பார்த்தாலும் பொட்டு மறைந்துவிடும். அதாவது விளக்கு L_2-லிருந்து கிரீஸ் பொட்டு வழியாகக் கடத்தப்படும் ஒளி, தாளின் மற்றப் பகுதியில் விளக்கு L_1-லிருந்து பட்டு எதிரொளிப்படையும் ஒளியோடு ஒன்றியிருக்க வேண்டும். ஆனால், செயல்முறைப்படி பார்க்கப் போனால், ஒரு பக்கத்தில் கிரீஸ் பொட்டு மறையும்படி சரி செய்த பிறகு மறு பக்கத்தினைப் பார்த்தால் இந்தப் பொட்டு மறைந்து காணப்படாது. கிரீஸ் பொட்டின் இரு பக்கத்தினையும் ஒரே சமயத்தில் பார்த்துக் கொண்டு, விளக்கின் தொலைவுகளைச் சரி செய்ய முடியாமையே இதற்குக் காரணம். ஆகவே, திரையின் இரு பக்கங்களிருந்து கிரீஸ் பொட்டு அதனைச் சுற்றியுள்ள திரைப்பகுதி ஆகியவற்றின் வேற்றுமையினை ஒரே சமயத்தில் பார்க்கும்படி அமைத்தால்தான் இக் குறையினைச் சரி செய்ய முடியும்.

ஒரே நேரத்தில் இரண்டு பக்கமுள்ள கிரீஸ் பொட்டினைக் காணும் பொருட்டு, இரு சமதள ஆடிகள் M_1, M_2 ஐப் படம் 4-57-ல் காட்டியபடி 45° கோணத்தில் அமைத்து நிறுத்தி வைக்கலாம்.

புன்சன் கிரீஸ் பொட்டு ஒளிமானியில், கிரீஸ் என்னும் பசை தடவிய பகுதி அதிக அளவு ஒளியை உட்கவரும் காரணத்தால், அந்தப் பகுதியின் ஒளி, தாளின் மற்றப் பகுதிகளில் உள்ள ஒளியோடு ஒன்றும்படி சரி செய்வது கடினம். மேலும், இரு ஒளித் தோற்றுவாய்களின் ஒளி விளக்கங்கள் அருகருகே இல்லாவிடில் அவை ஒத்த அளவு உடையனவா எனக் காண இயலாது. எனவே, இந்த ஒளிமானியைக் கொண்டு சிறிய விளக்க வேறுபாடு களைத் துல்லியமாகக் காண இயலாது.



படம் 4-57.

கிரீஸ் பொட்டு ஒளிவிளக்கமானி

4-7-1-2 லம்மர்-பிரோதன் ஒளிமானி (Lummer Brodhun Photometer)

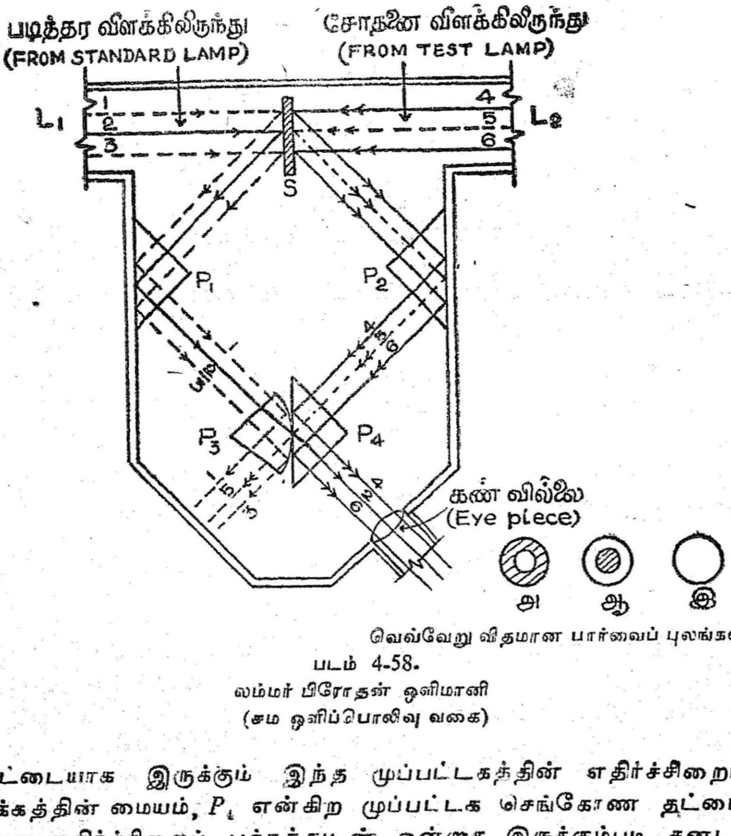
ஒளி விளக்கங்கள் சமமான அளவில் இருக்கின்றனவா என்பதைத் துல்லியமாகக் காண இந்த ஒளிமானியில் வழி வகுக்கப்பட்டிருக்கிறது. எனவே, இது புன்சன் கிரீஸ் பொட்டு ஒளிமானியின் குறைகளைத் திருத்தியமைக்கப்பட்ட மேம்பாடுடைய ஒளிமானியாகும். இந்த ஒளிமானி இரு வகைப்படும்.

(i) சம ஒளிப்பொலிவு வகை (equality of brightness type)

(ii) வேறுபாட்டு வகை (contrast type)

இந்த ஒளிமானியில் உள்ள 'S' என்னும் திரை உறை சுண்ணத்தால் (plaster of paris) ஆனது. இஃது எல்லாத் திசைகளிலும் கிட்டத்தட்ட சமமாக ஒளியைத் திருப்பமடையச் செய்கிறது. இது ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் பரப்பினைக் (diffusing surface) கொண்ட வெண்ணிறத்திரை என வழங்கப்படும். இத் திரையின் இரு பக்கங்களிலும் ஒப்பிட வேண்டிய L_1, L_2 என்ற இரு விளக்குகளில் (L_1—படித்தர விளக்கு L_2—சோதனை விளக்கு) இருந்து செங்குத்தாக வரும் ஒளிக்கதிர்களினால் ஒளியூட்டப்படுகின்றன. திரையின் இரு பக்கங்களிலும் படும் செங்குத்தான ஒளிக்கதிர்கள் சிதற அடிக்கப்படுகின்றன. திரையின் இவ்விரு பக்கங்களிலிருந்து சிதறிய படத்தில் படம் 4-58-ல் காட்டியவாறு, படுகதிர்களுக்கு 45° கோணத்தில் சிதறடிக்கப்பட்டு, P_1, P_2 என்ற செங்கோண 45° முப்பட்டகங்களில் இரண்டிலும்

விழுந்து P_3, P_4 என்ற இரு முப்பட்டகங்களின் கூட்டமைப்பினை வந்தடைகின்றன. இந்தக் கூட்டு முப்பட்டகம் P_3, P_4 போன்ற ஒத்த பகுதிகளுடைய இரு செங்கோண 45° முப்பட்டகங்களினால் ஆனது. ஆனால், P_3 என்கிற முப்பட்டகத்தின் செங்கோண எதிர்ச்சிறைப் பக்கத்தின் (hypotenuse) மையத்தின் சிறு பகுதி தட்டையாகவும், மற்ற பகுதி கோள வடிவத்திலும் இருக்கும்.



வெவ்வேறு விதமான பார்வைப் புலங்கள்

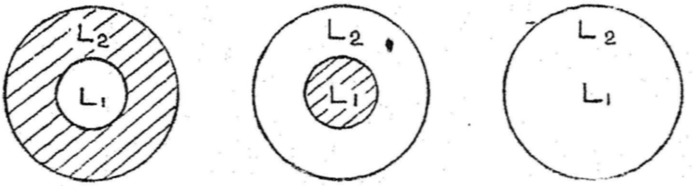
படம் 4-58.

லம்மர் பிரோதன் ஒளிமானி

(சம ஒளிப்பொலிவு வகை)

தட்டையாக இருக்கும் இந்த முப்பட்டகத்தின் எதிர்ச்சிறைப் பக்கத்தின் மையம், P_4 என்கிற முப்பட்டக செங்கோண தட்டையான எதிர்ச்சிறைப் பக்கத்துடன் ஒன்றாக இருக்கும்படி கனடா பால்சத்தினால் (Canada balsam) ஒட்டப்பட்டுள்ளன. செங்கோண எதிர்ச்சிறைப் பக்கத்தில் 45°-ல் காற்றுப் படலத்தில் படுகின்ற கதிர்கள் முழுத்திருப்பமடைகின்றன. (ஒற்றை அம்புக்குறியிட்ட 1, 3 கதிர்களும், இரட்டை அம்புக்குறியிட்ட 4, 6 கதிர்களும்) ஒட்டப்பட்ட பகுதியில் படுகின்ற கதிர்கள் முழுவதும் கடத்தப்படுகின்றன. (ஒற்றை அம்புக்குறியிட்ட கதிர் 2-ம், இரட்டை

அம்புக் குறியிட்ட கதிர் 5-ம்) அதாவது ஒளிக்கற்றையின் வெளி பகுதி முழுத் திருப்பமடைகிறது. மீதி கடத்தப்படுகின்றன. இந் முப்பட்டகக் கூட்டமைப்பிலிருந்து வரும் விடுகதிர்களை E என்ற கண்ணருகு கருவி (eye piece) ஒன்றின்மூலம் பார்க்கும்படி ஒளிமானி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. E-லுள்ள கண் வில்லையானது P_4-ன் செங்கோண எதிர்ச்சிறைக்குக் குவிமுகப்படுத்தப் பெறுகின்றது. ஆகவே, E-ன் வழியாகப் பார்த்தால் விளக்கு L_1-லிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒரு சிறிய வட்டமாகவும், விளக்கு L_2-லிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் வளைவு வட்டமாக இந்தச் சிறிய வட்டத்தைச் சுற்றியும் நம் கண்களுக்குத் தெரியும். ஆகவே, பார்வைப்புலத்தின் மையப்பகுதி L_1 ஆலும், வெளிப்பகுதி L_2 ஆலும் ஒளி பெறுகின்றன. வரம்பு கூர்மையாக வரையறுக்கப்பட்டிருக்கும். பார்வைப்புலத்தின் தோற்றம் திரையின் இரு பக்கங்களிலிருந்து சிதறிய ஒளியினால் ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்திற் கேற்றவாறு படம் 4-58-ல் காட்டியுள்ளவாறிருக்கும். வரம்பு மறைந்திருக்கிறது. வரம்பு மறைதல் சம ஒளிப்பொலிவினை உணர்த்துகிறது.



(அ) படம் 4-58 (அ) — L_1-ன் ஒளிப் பொலிவு அதிகம்.

(ஆ) படம் 4-58 (ஆ) — L_2-ன் ஒளிப்பொலிவு அதிகம்

(இ) படம் 4-58 (இ) — L_1-ன் ஒளிப்பொலிவும் L_2-ன் ஒளிப்பொலிவும் சமம்.

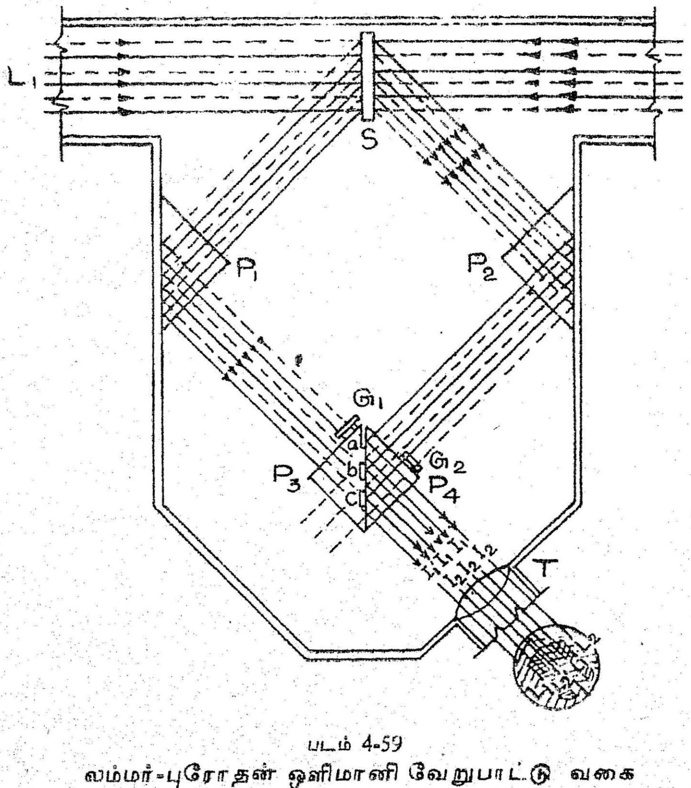
லம்மர்ப் புரோதன் ஒளிமானியின் பார்வைப் புலத்தின் தோற்றம். (Field of view)

எனவே, திரையிலிருந்து விளக்குகள் L_1, L_2 வைக்கப்பட்டிருக்கும் தொலைவுகளைச் சரிசெய்து கண்ணருகு கருவியின் மூலம் பார்க்கும்பொழுது வரம்பு மறைந்த ஒரே வட்டமாகப் படம் 4-58-ல் காட்டியவாறு அமைத்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும். இந்த இரு தொலைவுகளும் முறையே d_1, d_2 எனில், ன் கூறியபடி,

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{d^2_2}{d^2_1} \quad \text{ஆகும்.} \qquad \ldots \quad (4\text{-}50)$$

(ii) வேறுபாட்டு வகை (Contrast type)

நம் கண் இரு ஒளிவிளக்கங்களின் ஒப்பீட்டு அடிப்படையில் சம ஒளிப்பொலிவினை மதிப்பிடுவதைக் காட்டிலும், ஒளிப்பொலிவின் சம வேறுபாட்டு வகை, சம ஒளிப்பொலிவு வகையினைவிட நுணுக்கமான ஓர் அமைப்பாகும். இந்த அமைப்பின்மூலம் சம வேறு



படம் 4-59

லம்மர்-புரோதன் ஒளிமானி வேறுபாட்டு வகை

S = உறை சுண்ணத்தாலான திரை (Plaster of paris screen)

P_1 - P_2 = செங்கோண முப்பட்டகங்கள் (Right angled prisms)

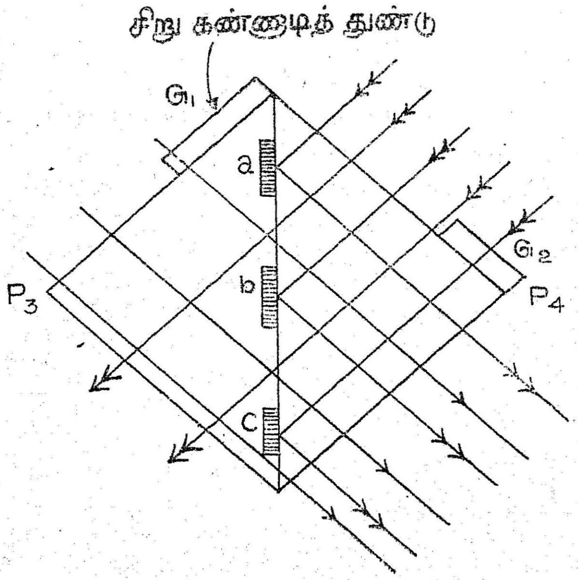
P_3, P_4 = இரு செங்கோண முப்பட்டகங்களின் கூட்டமைப்பு

a, b, c என்ற பகுதிகள் செதுக்கப்பட்டு முப்பட்டகங்கள் ஒன்றையொன்று தொடாதவாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

G_1, G_2 = மெல்லிய சிறு கண்ணாடித் துண்டுகள்.

பாட்டினை மதிப்பிடுவதுடன், சம ஒளிப்பொலிவும் மதிப்பிடப் படுகின்றது.

இந்த வேறுபாட்டு வகை ஒளிமானியின் அமைப்புக் கூட்டு முப்பட்டக அமைப்பினைத் தவிர, ஏனைய பகுதிகளெல்லாம சம ஒளிப்பொலிவு ஒளிமானி அமைப்பினைப் போன்றது (படம் 4-59). இந்தக் கூட்டு முப்பட்டகத்தில் P_3, P_4 என்கிற இரு சமபக்க முப்பட்டகங்களின் செங்கோண எதிர்ச்சிறைப் பக்கங்கள் (hypotenuse) இரண்டும் தட்டையானவை. இணைக்கப்பட வேண்டிய செங்கோண எதிர்ச்சிறைப் பக்கங்களில் ஒன்றில், படம் 4-59 (அ)-ல் காட்டியவாறு a, b, c என்ற பகுதிகள் செதுக்கப்பட்டு, ஒன்றையொன்று தொடாதவாறு

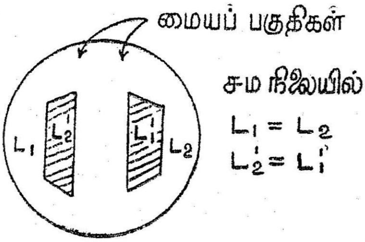


படம் 4-59 (அ)

ஒளிப்பொலிவு வேறுபாடு a, b, c செதுக்கப்பட்ட பகுதிகள்.

பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. செங்கோண எதிர்ச்சிறைப் பக்கத்தில் உள்ள, காந்தம் பிரிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் 45°-ல் படுகின்ற கதிர்கள் முழுத் திருப்பமடைகின்றன. ஒட்டப்பட்ட பகுதியில் படுகின்ற கதிர்கள் கடத்தப்படுகின்றன. மேலும், படுகின்ற கதிர்களின் ஒளிப்பொலிவினை வேறுபடுத்தும் பொருட்டு, G_1, G_2 என்னும் இரு மெல்லிய சிறு கண்ணாடித் துண்டுகள் படம் 4-59 (அ)-ல் காட்டியபடி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்தக்கூட்டு முப்பட்டகத்தில் படுகின்ற ஒளியில் கிட்டத்தட்ட 8 சதவீத ஒளியினை உட்கவரும்

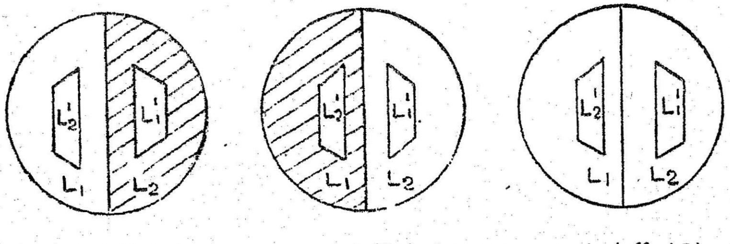
வண்ணம், இந்தச் சிறு கண்ணாடித் துண்டுகளின் கனம் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்பின்மூலம் காணப்பெறும் புலம் படம் 4-59 (ஆ)-ல் காட்டியுள்ளவாறு இருக்கும். சமநிலையத் தருகிலிருக்கும் பொழுது டிரபீசிய L_2-ன் ஒளிப்பொலிவு



படம் 4-59 (ஆ)

டிரபீசியப் பரப்பின் ஒளிப்பொலிவு

அவற்றின் பின்னணி L_1-ன் ஒளிப்பொலிவினைக் காட்டிலும் குறைந்திருக்கும். அதேபோல் டிரபீசிய L_1-ன் ஒளிப்பொலிவினைக் காட்டிலும் குறைந்திருக்கும். சமநிலையில் முதன்மையான திட்டு களுக்கிடையே வரம்பு மறைகிறது. இரண்டு மையப் பகுதிகள் அவற்றின் பின்னணியிலிருந்து சமமான அளவில் வேறுபட்டு விளங்குகின்றன.



படம் 4-60 (அ) படம் 4-60 (ஆ) படம் 4-60 (இ)

லம்மர்-புரோதன் ஒளிமானியின் வேறுபாட்டு வகையில் காணப்படும் புலம்.

L_1-ன் ஒளிப்பொலிவு L_2-ஐக் காட்டிலும் அதிகம். L_2-ன் ஒளிப்பொலிவு L_1 ஐக் காட்டிலும் அதிகம். சமநிலையில் L_1-ன் ஒளிப் பொலிவு L_2-ன் ஒளிப் பொலிவிற்குச் சமம் $L'_2 = L'_1$

L'_2-L_2-ன் ஒளிப்பொலிவில் 8% குறைவு.

L'_1-L_1-ன் ஒளிப்பொலிவில் 8% குறைவு.

முப்பட்டகங்களின் வழியாகச் செல்லும்போது ஒளி இழக்கப் படுகிறது. இரு பக்கங்களிலும் இது சமமாக இருப்பதால், இது

முடிவினைப் பாதிப்பதில்லை. ஆனால், மிகச் சிறந்த ஒளிவிளக்கத்தைக் கொடுப்பதற்குத் தோற்றுவாய்கள் முன்னைக் காட்டிலும் திரைக்கு அருகில் இருக்க வேண்டும். லம்மர் புரோதன் ஒளிமானியானது பார்வை ஒளிமானிகள் யாவற்றுள்ளும் வேறுபாட்டு வகை வடிவத்தில் மிகவும் திருத்தமுடையதாக அதாவது ஒரு சதவீத வித்தியாசத்திற்குள் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். ஆனால், இந்த ஒளிமானியினைக் கொண்டு வெவ்வேறு நிற ஒளி தரக்கூடிய இரு ஒளித் தோற்றுவாய்களின் ஒளி வீசு திறன்களை ஒப்பிட இயலாது.

4-7-1-3 கில்டின் இமைத்தல் முறை ஒளிமானி (Guild's Flicker Photometer)

வெவ்வேறு நிற ஒளி தரக்கூடிய இரு ஒளித் தோற்றுவாய்களின் ஒளி வீசு திறன்களை நேராக ஒப்பிடுகின்ற ஒரே ஒரு பார்வைக் கருவி, கில்டு என்பவர் அமைத்த இமைத்தல் முறை ஒளிமானியாகும். ஒவ்வோர் ஒளித் தோற்றுவாயினால் ஒளியூட்டப்பட்ட இரு திரையின் பரப்புகளை மாறி மாறிப் பார்வைப் புலனில் தெரியுமாறு இந்த ஒளிமானி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இங்ஙனம் ஒளியூட்டப்பட்ட பரப்புகள் சமப்பொலிவுடன் இல்லையானால், விட்டுவிட்டு ஒளி விடுதல் இருக்கும். அதாவது, பார்வைப்புலத்தில் உள்ள ஒளி விளக்கம் இமைத்தலுறும் (flicker). ஒளியூட்டப்பட்ட பரப்புகள் சமப்பொலிவுடன் இருந்தும், அப் பரப்புகளை விரைவில் மாறி மாறிப் பார்வைப் புலனில் தோற்றுவிக்கும்படி செய்யாவிட்டாலும் இந்த இமைத்தல் இருக்கும். அதாவது, ஒளியூட்டப்பட்ட திரையின் பரப்பு ஒன்றினைப் பார்வைப்புலத்தில் தோற்றுவித்தால், அதன் ஒளி விளக்கம் எண்ணப் பதிவு செய்யப்படுகிறது. பதிவு செய்யப்பட்ட அந்த ஒளி விளக்கம் மறைவதற்குள், ஒளியூட்டப்பட்ட மற்றொரு திரையின் பரப்பினைப் பார்வைப் புலத்தில் தோற்றுவிக்கும்படி செய்யவேண்டுமென்பதே வெவ்வேறு நிற ஒளியை ஒப்பிடுவதற்கு, இரு வகையான இமைத்தல் முறைகள் உள்ளன-ஒன்று ஒளிப்பொலிவு இமைத்தல் (brightness flicker), மற்றொன்று நிற இமைத்தல் (colour flicker). ஆனால், நிற இமைத்தலின் மறைவு வேகம், ஒளிப்பொலிவு இமைத்தலின் மறைவு வேகத்தைக் காட்டிலும் குறைவானது என்பது சோதனைமூலம் தெரிய வருகிறது. ஒளிப்பொலிவு இமைத்தல் மறைவுக்குத் தேவையான சிறும வேகம் கிடைத்தால், நிற இமைத்தல் தானாகவே மறைந்து விடும் என்பது இதனால் தெரியவருகிறது. இமைத்தல் புலம் (flicker field) மிகச் சிறியதாயிருந்தால், அதனை உற்று நோக்கிப் பார்க்க வேண்டியிருப்பதால் கண்ணுக்கு மிகவும் சிரமமாயிருக்கும்.

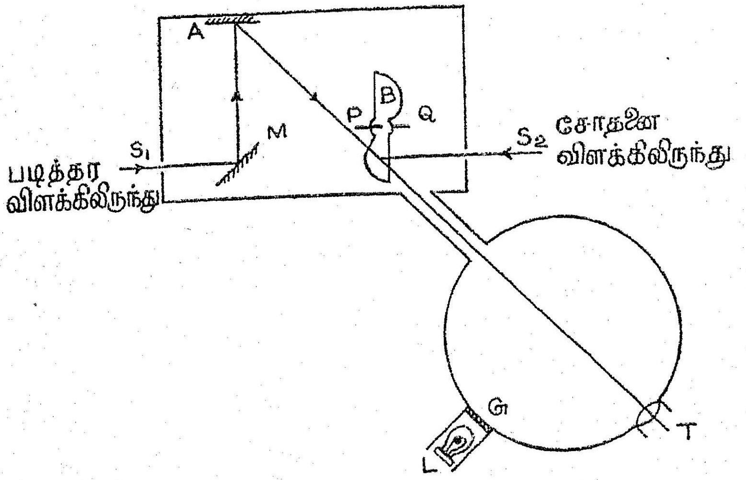
இதனைத் தவிர்க்க, இமைத்தல் புலத்தைச் சூழ்ந்துள்ள நிலையான புலத்தின் பொலிவு, இமைத்தல் புலத்தின் பொலிவுக்குச் சமமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருக்க வேண்டும். இந்த அமைப்பின் மூலம் இமைத்தல் புலத்திற்கும் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பகுதிக்கும் உள்ள உச்ச அளவு வேறுபாட்டினைத் தவிர்க்கலாம்.

மேலும், இமைத்தல் முறையில் அமைக்கும் ஒளிமானியின் திறனை அதிகரிக்க வேண்டுமாயின், (1) இரு திசைகளிலும் ஒளி விளக்கங்கள் மிக அதிகமாக இருக்கவேண்டும்; (2) இந்தத் திரைகளின் பார்வைப் புலம் (field of view) மிகச் சிறியதாக அமைய வேண்டும்; (3) இரு ஒளிவீசு திறன்களை ஒப்பிட்டு நோக்குகின்ற இடத்தில் ஒளி விளக்கம் அதிகமாக இருக்க வேண்டும்; (4) சுழலும் பகுதி ஒரே சீராகச் சுற்ற வேண்டும்; (5) நிற வேறுபாடுகளுக்கேற்றவாறு மாற்றிக் கொள்ளக்கூடிய வேகத்தைத் கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் தேவை; (6) ·25 மீட்டர் வத்திகள் ஒளி விளக்கத்திலும், 2° கோண விட்டமுடைய பார்வைப் புலத்திலும் எல்லா அளவீடுகளும் செய்யும்படி அமைக்கப்பட வேண்டும். இவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு கில்டு என்பவர் ஓர் ஒளிமானியை அமைத்தார். இந்த ஒளிமானியின் அமைப்பைப் படம் 4-61 காட்டுகின்றது.

படம் 4-61-ல் குறிப்பிட்டுள்ள *A*, *B* என்னும் திரைகளின்மீது மெக்னீசியம் ஆக்சைடு பூசப்பட்டுள்ளது. இவை மெக்னீசிய நாடாவைக் கொண்டு புரையூட்டி, எளிதில் புதுப்பிக்கக்கூடிய ஒளியைப் பரவி விரவச் செய்யும் ஒத்த திறன் கொண்ட பரப்புகளாகும். *B* என்னும் திரை சம அளவுள்ள இரு வட்டக் கோணப் பரப்பாக இருக்குமாறும், அதே அளவுள்ள பரப்பு வெட்டி எடுக்கப் பட்டதாகவும் இருக்கும். *PQ*-வை அச்சாகக் கொண்டு *B* என்கிற திரை சுழலும்.

S_1 என்ற படித்தர ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளி *M* என்ற சமதள ஆடி வழியாக, *A* என்ற திரையைச் செங்குத்தாக ஒளியூட்டுகிறது. *A* என்ற திரையிலிருந்து ஒளிச்சிதறல்மூலம் வரும் ஒளிக்கதிர், *B* என்ற சுழலும் வட்டக்கோணப் பரப்புப் பகுதியினால் தடுக்கப்படாத நேரத்தில்தான் *T* என்னும் தொலை நோக்கியை வந்தடையும். படித்தர ஒளித்தோற்றுவாய், *B* என்னும் சுழலும் திரையினால் தடுக்கப்படும் நேரத்தில் S_2 என்ற சோதனைத் தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளி, இந்தச் சுழலும் திரையைச் செங்குத்தான திசையில் ஒளியூட்டி, ஒளிச்சிதறல்மூலம் *T* என்னும் தொலைநோக்கியை வந்தடைகின்றது. இங்ஙனம் பார்வைப் புலத்தைக் குறைக்கின்ற *T* என்னும் தொலைநோக்கி வழியாக 45° கோணத்தில் ஒளியூட்டப்பட்ட இரு மேற்பரப்புகளும், *B* என்கிற

திரை சுழல்வதன் காரணமாக மாறிமாறிப் பார்க்கப்படுகின்றன. வெவ்வேறு வேகங்களிலும் நிலையான சுழற்சியைச் கொடுக்கக் கூடிய, தோல்பட்டை (belt) மூலமாக இணைத்தியங்கும் ஒரு மின் மோட்டாரின் ஓட்டத்தினால் *B* என்ற திரை சுழற்றப்படுகின்றது. ஒவ்வோர் அளவீட்டிற்கும் சுழற்சியானது எந்தச் சிறு



படம் 4-61

கில்டின் இமைத்தல் முறை ஒளிமானி

(Guild's Flicker Photometer)

A—ஒளியினைப் பரவி விரவச்செய்யும் திரை

B—ஒளியினைப் பரவி விரவும் திரைத்தட்டு

G—அரைகுறையாக ஒளியினை ஊடுருவச் செய்யும் வெண்ணிறக் கண்ணாடி (opal glass)

L—விளக்கு

M—சமதள ஆடி

PQ—ஒளியினைப் பரவி விரவும் திரைத்தட்டின் அச்சு

T—தொலைநோக்கி

வேகத்தில் இமைத்தல் ஒளி (அல்லது விட்டுவிட்டு ஒளி விடுதல்) காணப்படாதோ அச் சிறு வேகத்திற்குக் குறைக்கப்படுகின்றது. இது ஏறத்தாழ வினாடிக்கு 10—25 மாற்றங்களாக இருக்கும். உயர்ந்த நிற வேறுபாடுகளுக்கு இந்த மாறுதான வேகமும் உயர்ந்திருக்கும்.

T என்ற தொலைநோக்கியின் முன் பகுதி ஒரு முழுக் கோளமாகும். கோளத்தின் உள்-மேற்புறம் மக்னீசிய ஆக்சைடினால் பூச்சிடப்பட்டுள்ளது. இது L என்னும் சிறிய விளக்கினால் ஒளி பெறுகின்றது. இவ் விளக்கு ஒரே சீரான பொலிவுமிக்க ஒரு பின்னணியைக் கொடுக்கின்றது. அரைகுறையாக ஒளியினை ஊடுருவச் செய்யும் G என்னும் வெண்ணிறக் கண்ணாடி, கண்ணிலிருந்து விளக்கு L ஐ மறைக்கின்றது. இந்த அமைப்பின் மூலம் இமைத்தல் ஒளிக்குகந்த நிலையான பின்னணிப் புலம் (steady back ground field) கிடைக்கிறது.

A என்ற வெண்திரையில் விழும் S_1-ன் ஒளியும், B என்ற திரையில் விழும். S_2-ன் ஒளியும் B ஐச் சுழற்றும்பொழுது மாறிமாறிப் பார்வைப் புலனில் தெரிகிறது என்று பார்த்தோம். ஒளியின் இமைத்தல் மறையுமாறு, இரு ஒளி மூலங்களின் தொலைவுகளைச் சரிசெய்து ஒளிவிளக்கச் செறிவுகளை ஒப்பிடலாம். இந்தத் தொலைவுகள் முறையே r_1, r_2 என இருந்தால்

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I_2}{r_2^2} \text{ ஆகும்.} \qquad \ldots (4.51)$$

இதிலிருந்து சோதனைத் தோற்றுவாயின் ஒளிச் செறிவு I_2 ஐக் கணக்கிடலாம்.

4-7-2 ஒளி விளக்க ஒளிமானிகள் (Illumination Photometers)

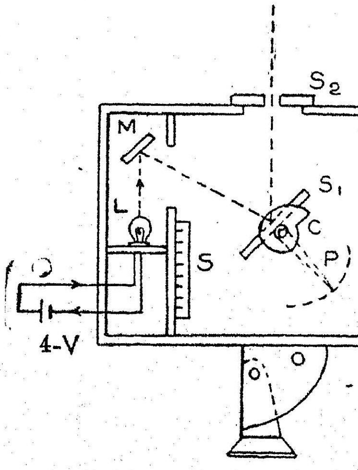
ஒரு மேற்பரப்பின்மீது உண்டாகும் ஒளிவிளக்கத்தை நேர் அளவீட்டு முறையில் அளந்து கண்டறியும் பல்வேறு வகைப்பட்ட ஒளிவிளக்க ஒளிமானிகள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் உதவி கொண்டு, ஓர் ஒளிவிளக்கப் பொறியியல் வல்லுநர், அவர் ஓர் அமைப்புக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட விளக்குகளின் மூலம், தேவையான ஒளிவிளக்க அளவினைப் (லூமென்/ச.மீ.) பெற முடிந்ததா இல்லையா என்பதனைச் சோதித்தறிய முடியும். இந்த ஒளிவிளக்க ஒளிமானிகள், வீடுகள், அலுவலகங்கள், தெருக்கள் போன்ற இடங்களில் உள்ள ஒளிவிளக்கத்தினைக் கண்டறியப் பயன்படுவதால், இவை எளிதில் தூக்கிச் செல்லக்கூடியதாகவும், நேர் அளவீட்டு (direct reading) முறையில் அளக்கக்கூடியதாகவும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

தேவையான இருப்பிடத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு வெள்ளை வரைக்கட்டின் மேற்பரப்பின் (white matt surface) ஒளி விளக்கம் தெரிந்த மாறுபடத்தக்க அளவு ஒளிவிளக்கத்தினால் ஒளிப்பொலிவு அடையும் ஒத்த தன்மையுடைய மற்றொரு வெள்ளை வரைக்கட்டின்

மேற்பரப்போடு (white matt surface) ஒப்பிடும் முறையை மேற்கொள்ளுகிறது. இதுவே ஒளி விளக்க ஒளிமானியின் தத்துவமாகும்.

4-7-2-1 டிராட்டர் (Trotter) ஒளி விளக்க ஒளிமானி

இந்த ஒளிமானி, திரு. ஏ. பி. டிராட்டர் (A. P. Trotter) அவர்களால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது முற்காலத்திய சாய்நிலைத் திரையினைக் கொண்ட ஒளிமானி ஆகும். இதன் இயக்கம் லேம்பர்ட் கொசைன் விதியினைச் சார்ந்துள்ளது. படம் 4–62 இந்த ஒளி மானியின் அமைப்பினை விளக்கிக் காட்டுகிறது. இது ஒரு மரப் பெட்டியினால் ஆனது. இந்தப் பெட்டியுடன் S_2 என்ற ஒரு வெள்ளை வரைக் கட்டியினால் (matt white) ஆன வெளிப்புறத் திரை உள்ளது. கண்டறியப்பட வேண்டிய ஒளி விளக்கத்தினை இத் திரை பெறுகின்றது. இந்த வெளிப்புறத் திரையில் H என்ற துளை விளிம்பு (slot) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் துளை விளிம்பு விழியாக, நோக்காளன் (observer), S_1 என்ற படித்தரத் திரையைக் காண முடியும்.



படம் 4-62.
டிராட்டர் (Trotter) ஒளி விளக்கமானி

M- கண்ணாடி (சமதள ஆடி)
S_1– படித்தரத் திரை வெள்ளை வரைக்கட்டியினால் ஆனது (white matt surface)
S_2– சோதனைத் தட்டு வெளிப்புறத் திரை (வெள்ளை வரைக் கட்டியினாலானது.)
C- முனைப்புச் சக்கரம் (cam)
L- விளக்கு
P- குறிமுள்

இந்தப் படித்தரத் திரை, S_2 என்கிற திரையினைப்போல் ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் பரப்புக் கொண்ட, ஒத்த தன்மை பொருந்தியது. இந்தப் படித்தரத் திரையினை O என்ற புள்ளியின் வழியாகத் தேவையான அளவு சாய்த்துக் கவிழ்க்க முடியும். தூக்கிச் செல்லக்கூடிய 4 வோல்ட் மின்கலத்தினால் இயங்கும் L என்ற விளக்கினால், படித்தரத் திரை S_1, M என்ற கண்ணாடியின் மூலம் ஒளி விளக்கம் செய்யப்படுகின்றது.

ஒளி விளக்கத்தினை அளக்கும் முறை

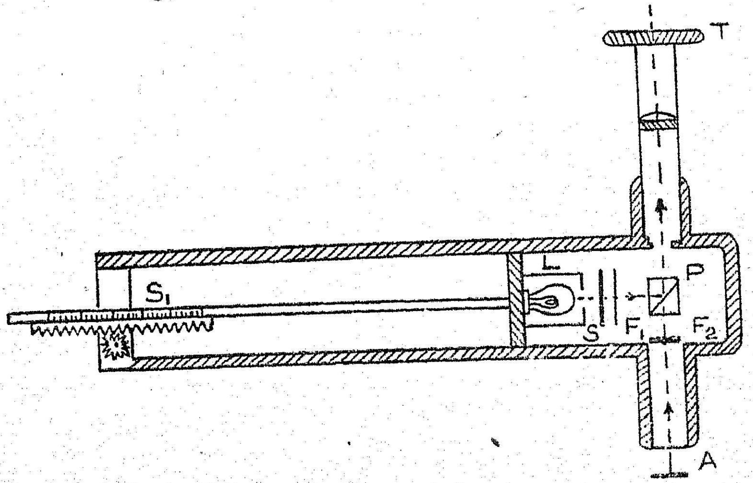
தேவையான இடத்தின் மேற்பரப்பின்மீது உண்டாகும் ஒளி விளக்கத்தை அளக்கும் பொருட்டு, இந்த ஒளிமானியின் S_2 என்ற திரையை அந்த இடத்தில் வைப்பர். பிறகு சாய்நிலை மேற்பரப்புடன் பிணைக்கப்பட்ட உருளையின் (roller) வழியாக, முனைப்புச் சக்கரத்தின் (cam) உதவியினால், படித்தரத் திரை S_1 ஐத் தேவையான அளவுக்குச் சாய்வுறச் செய்யலாம். H என்னும் துளை விளிம்பு வழியாகப் பார்த்துக்கொண்டே வரவேண்டும். ஏற்கெனவே மதிப்பாராய்ந்து அளவிடப்பட்டுள்ள அளவுகோலின் (scale) மீது P என்னும் குறிமுள் நகர்ந்து செல்லும். S_1-னுடைய பீடத்தில் உள்ள அளவுகோல் S_2-ன் ஒளி விளக்கத்தை நேராகக் கொடுக்குமாறு அளவிடு செய்யப்பட்டுள்ளது. P என்னும் குறி முள் அளவுகோலின்மீது காட்டும் அளவே S_2-ன் ஒளி விளக்கம் (மீட்டர் வத்தித்திறன்) ஆகும். படித்தர விளக்கின் மூலம் S_2 என்னும் திரையின்மீது தெரிந்த அளவு ஒளி விளக்கச் செறிவினைக் கொடுத்து அளவுகோலில் உள்ள அளவுப்படிகளின் மதிப்பினைத் திருத்தமாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது குறி முள் இருப்பிடம், S_1-க்கும் S_2-க்கும் இடையேயுள்ள சம ஒளிப் பொலிவினைக் காட்டும் வெவ்வேறு ஒளிவிளக்கச் செறிவிற்கேற்ப, குறி முள் P-ன் இருப்பிடம் அளவுகோலில் குறிக்கப்பட்ட வெவ்வேறு மதிப்பினையுடைய அளவுக் கூறுக்கிணையாக இருந்து அந்த ஒளி விளக்க அளவினைக் (மீட்டர் வத்தி) குறிக்கும். ஆகவே, இம் முறை ஒளி விளக்க அளவினை நேராகக் கொடுப்பதால் L என்ற விளக்கின் வத்தித்திறனைக் கண்டறிய வேண்டிய அவசியம் இல்லை. ஒழுங்கான குறிப்பிட்ட அளவீடுகளுடைய அளவு கோலினைப் (scale) பெறும்பொருட்டு முனைப்புச் சக்கரம் C அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சரிவுப் பகுதியின் மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்கத்திறனையும் கண்டறியும் பொருட்டுச் செங்குத்து அளக்கும் ஊசல் குண்டு (plumb-bob), தகுந்த சாய்வுநிலை மேற்கொள்ளும் அமைப்புப் போன்றவை இந்த ஒளிவிளக்கமானிப் பெட்டியில் உள்ளன. இந்த ஒளிவிளக்க மானியின் உதவி கொண்டு, ஒளி

விளக்குச் செறிவின் அளவு 0·1-லிருந்து 45 (லூமென்/மீட்டர்^{2}) வரை அளக்கலாம். டிராட்டர், பகல் ஒளி விளக்கத்தினையும் கண்டறியும் பொருட்டுப் பகல் ஒளி (daylight) அமைப்பினையும் இந்த ஒளிமானியுடன் பிணைத்துள்ளார்.

4-7-2-2 மேக்பெத் (Macbeth) ஒளி விளக்கமானி

இது ஓர் உணர்வு நுட்பம் வாய்ந்த இலட்சிய ஒளி விளக்கமானியாகும். இதன் மூலம் சம ஒளிப் பொலிவினைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடிக்கலாம். இதன் இயக்கம் எளிமையானது, எளிதில் மாற்றியமைத்துக்கொள்ளத்தக்கது. கையடக்கமாக எடுத்துச் செல்லத்தக்கது. இது சம ஒளிப் பொலிவு வகை லம்மர்–புரோதன் ஒளிமானியின் திருத்தியமைக்கப்பட்ட ஒளிமானியாகும்.

இந்த ஒளிமானியின் அமைப்பு விவரங்கள் கீழ்க்காணும் படம் 4-63-ல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.



படம் 4-63.
மேக்பெத் ஒளிவிளக்கமானி

P- லம்மர்-பிரோதன் கனசதுரம்
S- தேய்த்த வெண்ணிறக் கண்ணாடித் திரை
L- படித்தர விளக்கு
S_1- அளவுகோல்
A- சோதனைத் தட்டு
T- தொலைநோக்கி

P என்பது லம்மர்-புரோதன் கனசதுரம். *S* என்பது தேய்த்த வெண்ணிறக் கண்ணாடித் திரை. *L* என்னும் சிறிய திட்டவரை விளக்கினால், இத் திரை ஒளி விளக்கம் செய்யப்படும். இத் திரை

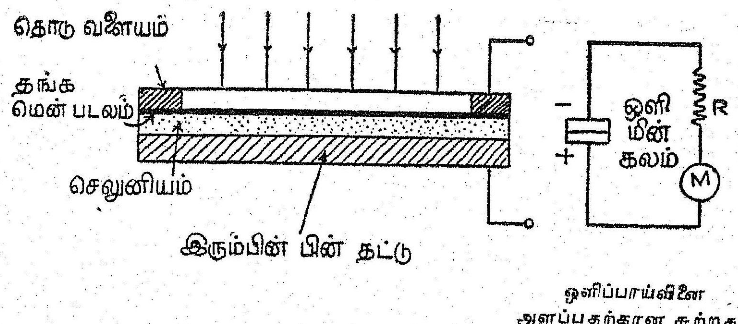
ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யுந் தன்மையுடைய காரணத்தினால் ஒரே சீரான ஒளிப் பொலிவினை P என்னும் கனசதுரத்திற்குக் கொடுக்கவல்லது. இதுவே திட்ட வரை ஒளித் தோற்றுவாயாகப் பயன்படுகிறது. S_1 என்பது ஓர் அளவுகோல். A என்பது ஒரு சோதனைத் தட்டு (test plate). இந்தச் சோதனைத் தட்டு இரண்டாவது தோற்றுவாயாக (second source) விளங்குகிறது. இத் தட்டு வெண்ணிறக் கண்ணாடியினால் ஆனது. இதன் மேற்பரப்பு தனிப்பட்ட நிகழ்ச்சியின் (special process) மூலம், ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யுந் தன்மையுடைய பொருளால் தேவையான அளவுக்குப் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் இதன் ஒளி விளக்கம் கொசைன் விதிப்படி மாறுபாடடையும். தொலைநோக்கி T-க்கு எதிரேயுள்ள இடையிடம் (aperture), சோதனைத் தகட்டினை நோக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. கண்டறிய வேண்டிய ஒளி விளக்கத்தை இச் சோதனைத் தட்டுப் பெறுகின்றது. L என்னும் விளக்கின் தூரத்தைக் குழாய் வழியாக மாற்றுவதன் மூலம், S என்னும் திரையின் ஒளி விளக்கத்தை மாற்றலாம். இந்தக் குழாயின் நீளம் சுமார் 23 செ.மீ. அதன் விட்டம் கிட்டத்தட்ட 4.5 செ.மீ. இது தொலை நோக்கி T-க்குச் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சிறகு நுனிப் பகுதியும் கொண்ட (Rache and pinion) அமைப்பின் மூலம், விளக்கின் தூரத்தை மாற்றலாம். S என்னும் திரையின் பீடமானது, S-ன் ஒளி விளக்கத்தை (மீட்டர் வத்தி) நேராகக் கொடுக்குமாறு அளவீடு செய்யப்பட்டுள்ளது. விளக்கின் இருப்பிடத்தை, S_1 என்னும் அளவுகோலின் அளவுக் கூறுகளின் மூலம் கண்டறியலாம். எதிர் இருமடி விதிப்படி இந்த அளவுகோலின் அளவுக் கூறுகள் கணக்கிடப் பட்டுள்ளன. இந்தச் சிறிய திட்டவரை விளக்கு L-க்குத் தூக்கிச் செல்லக்கூடிய மின்கலத்தின்மூலம் மின்னோட்டம் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்தக் கருவியுடன் ஒரு மில்லி அம்மீட்டரும், தடைமாற்றியும் (Rheostat) வைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் விளக்கு மின்னோட்டத்தைச் சரி செய்ய முடியும். ஆகவே, செறிவினைச் சரியான அளவிற்குக் கொணர முடிகிறது. அதாவது அளவுகோல் S_1-ல் உள்ள அளவீடுகள், நேர் அளவீட்டு (direct reading) முறையில் அறிந்து கொள்ளும்படி குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

படித்தர விளக்கினைப் பயன்படுத்தி, தெரிந்த ஒளிவிளக்க அளவுகளைக் கொண்டு, அளவுகோலில் குறிப்பிட்ட அளவீடுகளைத் திருத்தமாகக் கண்டறியலாம். L என்னும் விளக்குக்குத் தரப்படும் மின்னோட்டத்தினை, தடைமாற்றியின்மூலம் சரிசெய்து, அளவுகோலின்மீதுள்ள குறிமுள், தெரிந்த ஒளி விளக்க அளவிற்கேற்ப, அளவுக் கூறினைக் குறிப்பிடுகிறதா என்று கண்டறியலாம்.

இந்தக் கருவியின்மூலம் 5 முதல் 270 லூமென்/மீட்டர்² வரையுள்ள ஒளி விளக்கத்தை அளக்கலாம். இந்த ஒளி விளக்க நெடுக்கத்தினை (range) F_1, F_2 என்ற நடுநிலை வடிகட்டிகளைப் (neutral filters) படம் 4-63-ல் காட்டியவாறு நுழைத்து, மேல் நோக்கியோ அல்லது கீழ்நோக்கியோ செய்யலாம். இந்தத் திரைகளில் ஒன்று, படு ஒளியில் 10 சதவீதத்தினையும், மற்றொன்று இவ் வொளியின் 1 சதவீதத்தினையும் செலுத்தக்கூடியது. திருப்பும் குமிழ்முனை (knurled head) கொண்டு, இரு திரைகளைச் சரியான இருப்பிடத்திற்குக் கொணரலாம். இந்தத் திரைகளையும் L என்ற ஓர் ஒப்பிடும் விளக்கினையும் கொண்டு, ஒளி விளக்க நெருக்கத்தினை 0·05 முதல் 27000 லூமென்/மீட்டர்² வரை விரிவு படுத்த முடியும். எல்லா ஒளி விளக்கங்களும் விரிவுபடுத்தப்பட்ட இந்த ஒளி விளக்க நெடுக்கத்திற்குட்பட்டவைகளாகும்.

4-7-2-3 தடைவேலி-அடுக்குக் கல ஒளிமானி (Barrier layer cell Photometer)

இதுவரையில் விளக்கப்பட்ட பார்வை (visual) ஒளிமானிகளிலிருந்து வேறுபடுத்தும் வகையில் தடைவேலி-அடுக்குக்கல ஒளிமானிகளை இயற்பியல் ஒளிமானி எனக் குறிப்பிடுவர். இவை தடைவேலி அடுக்கு வகை ஒளிமின்கலத்தினைக் (photo electric) கொண்டவை. இந்த வகை ஒளிமானி படம் 4-64-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 4-64.
செலினிய ஒளி மின்கல அமைப்பு
(Construction of selenium photo cell)

இந்த ஒளிமானி செலினியம் என்னும் ஒளி-உணர்வு நுட்பம் வாய்ந்த மெல்லிய பாளத்தினால் (thin layer) பூச்சுமானம் கொடுக்

கப்பட்ட வட்டமான இரும்புத் தகட்டினால் ஆக்கப்பட்டது. இந்தச் செலினியத்திற்கு மறைகாப்புத் தரும் பொருட்டு இதன் மேற்புறம் தங்கம் அல்லது பிளாட்டின மென்படலத்தினால் மூடப்பட்டிருக்கும். இந்தத் தங்கமென்படலம், ஒளிபுகும் அளவுக்கு நேர்த்தியாயிருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆகவே, ஒளி தங்க-செலினியம் எல்லைக்குட் புகுந்து எலெக்ட்ரான்களை வெளிப்படுத்துகின்றன. இந்தத் தோற்றக் காட்சியே (phenomenon) ஒளி-மின்-வெளிவிடுகை (photo-electric-emission) என்று கூறுவர். இரும்புத்தகட்டிற்கும் தங்கத்தகட்டிற்கும் இடையே ஒரு நுட்பமான மைக்ரோ-அம்மீட்டரை இணைத்துப் பார்த்தால், மின்னோட்டம் நிகழும். ஆகவே, இரும்பு-செலினியம் வகை உண்மையிலேயே ஒரு கலமாகச் செயலாற்றுகின்றது. தகுந்த நிபந்தனைகளுக்குட்படுத்த இந்த மின்கலத்தின் மின்னோட்டம், இந்தக் கலத்தின்மீது படுகின்ற ஒளிப்பாயத்திற்குக் கிட்டத்தட்ட நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். ஒளி-உணர்வு நுட்ப மேற்பரப்பின் பரப்பளவு மாறுநிலையில் இருப்பதால், ஏதாவதொரு படித்தர ஒளித் தோற்றுவாயின் உதவிமூலம் மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிட்டுக் கொண்டு, அதனின்று கொடுக்கப்பட்ட எந்த ஒளித்தோற்றுவாயின் ஒளிவீசும் திறன்களையும் ஒளிமானியில் நேராகக் கொடுக்குமாறு செய்யலாம். இதைத் தவிர பலவித அளவு நெடுக்கங்களை (range), அம்மீட்டரைத் தகுந்த கிளை இணைப்புகளுடன் (shunts) இணைத்துப் பெறலாம். இங்ஙனம் அமைக்கப்பட்ட ஒரு நல்ல ஒளி மின்கலம் கொடுக்கும் மின்னோட்டத்தின் அளவு ஒரு லூமெனுக்குச் சுமார் 500 மைக்ரோ ஆம்பியர் ஆகும். ஆகையால், 40 மி. மீட்டர் விட்டமுடைய ஒளி மின்கலம், 10 லூமென்/மீ^{2} அளவு ஒளி விளக்கத்திற்குக் கொடுக்கும் மின்னோட்டம் 6 முதல் 7 மைக்ரோ ஆம்பியருக்குள் இருக்கும். சிறந்த வடிகட்டிகளை ஒளி மின்கலத்திற்குமுன் அமைத்துக் கண்ணின் நிற உணர்த்திக்கு அணித்தான, ஒளி மின்கல நிற உணர்த்தியைப் பெறலாம். ஆகவே, இப்படிப்பட்ட ஒளிமானிக் கருவியின்மூலம் வெவ்வேறு நிறமாலை ஆற்றல் பரவலைக் கொண்ட ஒளிவிளக்க அளவினையும் கண்டறியலாம்.

இத்தகைய கருவி எளிதில் தூக்கிச் செல்லக்கூடிய அளவு சிறியது, வலுவானது, மிகவும் வேகமாக இயங்கக்கூடியது. வெளி மின்கல அடுக்கின் தேவையற்றது. கண்ணின் நிற உணர்த்திக்குச் சமமான நிற உணர்த்தியை உடையது. பார்வை ஒளிமானிகளுக்குப் பதில், வழக்கமாகச் செய்யும் வேலைகளுக்கு இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அதாவது ஒளிப்பாயம் நிலையாக இருக்கும் இடங்களில் இந்த ஒளிமானியைப் பயன்படுத்தலாம். ஒளிப்பாயம்

விரைவில் மாறுபடும் தன்மை வாய்ந்த டெலிவிஷன், பேசும் படம் (talking film) ஆகிய இடங்களில் இந்த வகை ஒளிமானியைப் பயன்படுத்த முடியாது.

4-8. ஒளி உண்டாகும் முறை

வெற்றிடத்தில், எல்லா மின் காந்தக் கதிர்வீச்சுகளின் வேகமும் ஒரே அளவுடையது என்றும் அவற்றின் அலைகளின் நீளங்கள் மட்டுந்தான் மாறுபட்டிருக்கின்றனவென்றும் பார்த்தோம். மின்னூட்டங்கள் (electric charges) முடுக்கமுற்றால், இத்தகைய மின் காந்தக் கதிர்வீச்சுகள் வெளியிடப்படுகின்றன. பார்க்கப் போனால் நீண்ட அலை நீளங்களையுடைய வானொலி அலைகள், வானொலி செலுத்தும் வான் கம்பியில் (radio transmitting antenna) இருந்து வெளிப்படும் விதம் எலெக்ட்ரான்களைப் பேரலை வடிவத்தில் முன்னும் பின்னும் செல்லும்படி வலிந்து செய்யப்படுவதேயாகும். ஆகவே, மின் காந்தப் புலன்களில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் நம் கண் காணும் குறைந்த அலை நீளங்களுடைய ஒளி அலைகள் உண்டாகின்றன. முடுக்கப் பெற்ற எலெக்ட்ரான்களின் அலையே இத்தகைய மின் காந்தக் கதிர்வீச்சுகளுக்குக் காரணம். இத் தன்மை வாய்ந்த நுணுக்கமுடைய எலெக்ட்ரான் அலைப்பான்கள் (electron oscillations) அணுவிலேயே எப்படி ஏற்படுகிறது என்று பார்ப்போம்.

4-8-1. கிளர்தலும் அயனித்தலும்

எல்லா அணுக்களின் நடுவிலும் நேர் மின்னூட்டமுடைய உட்கரு இருக்கிறதென்றும், அதனைச் சுற்றி எதிர் மின்னூட்டமுடைய எலெக்ட்ரான்கள் பல்வேறு கூடுகளில் வெகுவேகமாகச் சுழன்று வருகின்றன என்றும், வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவுக்கு அதிகத் தூரத்தில் இருப்பதால், அணுக்கருவுடன் பிணைக்கப்படாமல் எளிதில் வெளிவந்துவிடக்கூடியதென்றும் நாம் அறிவோம். வெப்பநிலைக் கேற்றவாறு சில வாயுப் பொருள்கள் அல்லது திடப்பொருள்கள் முக்கியமாக உலோகங்கள், தங்கள் அணுக்களில் இப்படிப்பட்ட தன்னிச்சையான (free) எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. குறிப்பிட்ட வாயு ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் உள்ள இரு மின் வாய்களுக்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைக் கொடுத்தால், தன்னிச்சையான இந்த எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின் வாயை நோக்கிக் குறிப்பிட்ட திசை வேகத்துடன் செல்கிறது. இந்தத் திசை வேகம் மின் வாய்களுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தச் சரிவினைப் பொறுத்திருக்கும். நேர் மின் வாயை நோக்கிச் செல்லும் இந்த எலெக்ட்ரான்கள் இயங்கு

ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. இந்த இயங்கு ஆற்றலைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்:

ஏதேனும் ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் மின்புல வலிமை

X = மின்னழுத்தச் சரிவு

$$= \frac{V}{x} \times \frac{1}{300} \; e.s.u. \qquad \ldots \quad (4\text{-}52)$$

இதில் V என்பது மின்னழுத்த வேறுபாடு. இது சீரான மின்னழுத்தச் சரிவினை x தூரத்திற்குக் கொடுக்கிறது.

ஓர் எலெக்ட்ரான் மேல் செலுத்தப்படும் விசை

$$= \frac{e}{300} \times \frac{V}{x} \text{ டைன்கள் (dynes)} \qquad \ldots \quad (4\text{-}53)$$

இதில் e என்பது எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டம்.
$(4{\cdot}803 \times 10^{-10} \; e.s.u.)$

x தூரம் சென்றதினால் செய்யப்பட்ட வேலை

$$= \frac{e}{300} \times \frac{V}{x} \times x = \frac{e.V.}{300} \text{ எர்குகள் (ergs)} \qquad \ldots \quad (4\text{-}54)$$

= எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றல்.

ஒரு வோல்ட்டு மின்னழுத்த வேறுபாட்டில், இந்த எலெக்ட்ரான் இயங்குவதாகக் கொண்டால், எலெக்ட்ரான் பெற்ற இயங்கு

$$\text{ஆற்றல்} = \frac{4{\cdot}803 \times 10^{-10} \times 1}{300} = 1{\cdot}601 \times 10^{-12} \text{ எர்குகள்} \qquad \ldots \quad (4\text{-}55)$$

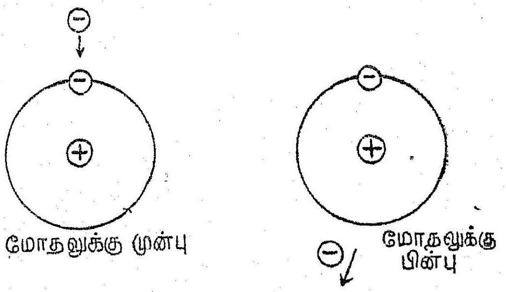
[ஒரு வோல்ட்டு மின்னழுத்த வேறுபாட்டினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மின்நிலைமப் புலத்தின் (electrostatic field) வழியாய் முடுக்கமடைந்து செல்லும் ஓர் எலெக்ட்ரான் பெறும் ஆற்றலே எலெக்ட்ரான்-வோல்ட்டு (eV) ஆற்றலாகும்.]

மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் ஆட்சிக்குட்பட்ட, இந்த எலெக்ட்ரான், நேர்மின் வாயை நோக்கிச் செல்லும்பொழுது, இடையேயுள்ள வாயுவினது மின் நடுநிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகள், அணுக்கள் ஆகியவற்றின் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களுடன் மோதுகின்றன. வாயு அணுக்களோடு மோதுகின்ற இந்த எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றலுக்கு (kinetic energy)

ஏற்றவாறு கீழ்க்கண்ட மூன்று சம்பவங்களில் ஏதேனும் ஒன்றினை நிகழ்த்துகிறது.

4-8-1-1 (I) மீட்சிம மோதல் (Elastic Collision)

வாயு அணுக்களுடன் மோதும் எலெக்ட்ரான்களின் இயங்கு ஆற்றல் மாறுநிலை மதிப்புக்குக் (critical value) குறைவாயிருந்தால், மோதும் எலெக்ட்ரான்கள் துள்ளிக் குதித்துச் செல்லுமே யொழிய, வேறெந்த இயற்பியல் மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை. இதனால் மோதும் எலெக்ட்ரான், மோதப்படும் வாயுவினது மின் நடுநிலை அணுக்கள் (neutral atoms) ஆகியவற்றின் இயங்கு திசையும், திசை வேகமும் படம் 4-65 (அ)-ல் காட்டியபடி மாறுகின்றன.



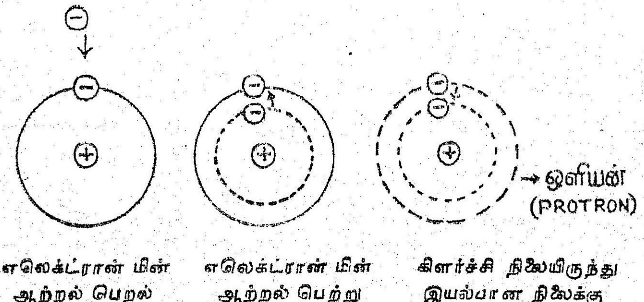
படம் 4-65 (அ)

எலெக்ட்ரான்-வாயு இவற்றின் திசையும், திசை வேகமும்

4-8-1-2 (II) கிளர்தல் (Excitation)

மோதும்-எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றல், மாறுநிலை மதிப்புக்குச் சமமாகவோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்டாலோ, வாயுவின் மின் நடுநிலை அணுக்கள் இந்த மிகு ஆற்றலை ஈர்த்துக் கொள்கின்றன. இவ்வதிக ஆற்றலைப் பெற்ற வாயுவினது அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரான் பகிர்ந்து கொள்கின்றன. இதனால் வெளிப்புறக் கூட்டில் உள்ள ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் தாம் இயல்பாகக் கொண்டுள்ளதைக் காட்டிலும் அதிகமான ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. எனவே, இந்த எலெக்ட்ரான்கள் தாங்கள் முன்னமே சுற்றி வந்த பாதையிலிருந்து இன்னும் பெரியதான வெளிச் சுற்றுப்பாதைக்குத் தாவிக் குதிக்கின்றன (இந்த எலெக்ட்ரான்கள் அதிக ஆற்றல் கொண்டிருப்பதால், உட்கருவின் எதிர்ப்பு விசையை எதிர்த்து முன்னைக் காட்டிலும் அதிகத் தொலைவில் இருந்து படம் 4-65 ஆ)-ல் காட்டியபடி சுழல முடிகின்றது). இவ்வாறு அதிக ஆற்றலைக்

கொண்டிருக்கும் அணுக்களை இயல்பான நிலைக்கு (normal state) மாறாக, மிகு ஆற்றல் நிலையில் இருப்பதாகக் கூறுகின்றனர். இந்நிலை அணுக்களின் கிளர்ச்சி நிலை (excited state) எனப்படும். இக் கிளர்ச்சி நிலையில் அணுக்கள் வெகு சிறிதுகாலமே இருக்கும். அதாவது பத்து கோடியில் ஒரு பாக $\left(\frac{1}{10^8}\right)$ காலத்திற்கு மேல் அங்கு இராது. பளுவைத் தாங்கியிருக்கும் ஒரு சுருள் வில் (spring) எந்நேரமும் தன் பழைய நிலையையே அடையத் துடிப்பதைப் போல், ஒவ்வோர் அணுவும், தான் முன் பிருந்த பழைய நிலையையடைய முயலுகின்றது. பளுவை நீக்கியபின்தான் சுருள்வில் தன் பழைய நிலையை அடைவதைப்போல், மிகு ஆற்றலைப் பெற்ற அணுக்கள், பழைய இயல்பால் கிளர்ச்சியற்ற நிலையை அடைய வேண்டுமாயின், தாம் பெற்றிருக்கும் அதிக ஆற்றலை வெளியேற்ற வேண்டும். எனவே, எலெக்ட்ரான்கள், தம்முடைய பழைய நிலைக்குத் தாவும்பொழுது அதிகமாகப் பெற்றிருந்த ஆற்றலை வெளிவிடுகின்றன. இந்த ஆற்றல் வெளிப்பாடுதான் ஒளியாகும். கிளர்ந்த நிலையில் இருக்கும்பொழுது ஏற்படும் எலெக்ட்ரான்களின் அலைவுகளே (oscillations) மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுகளாக வெளியிடப்படுகின்றன. மோதுகின்ற எலெக்ட்ரான்களின் இயங்கு ஆற்றல் மாறுநிலை மதிப்புக்குமேல் மிகுந்து இருந்தால், எலெக்ட்ரான் அது ஏற்றுக்கொண்ட ஆற்றலின் அளவைப் பொறுத்து, வெவ்வேறு ஆரங்களைக் கொண்ட வெளிச் சுற்றுப்



எலெக்ட்ரான் மின் ஆற்றல் பெறல் | எலெக்ட்ரான் மின் ஆற்றல் பெற்று கிளர்ச்சி நிலை அடைதல் | கிளர்ச்சி நிலையிருந்து இயல்பான நிலைக்கு வருகையில் ஒளி விடுதல்

படம் 4·65 (ஆ)
ஒளி உண்டாகும் முறை

பாதைகளில் சுழலத் தொடங்குகிறது. அதாவது அணுவின் இயல்பான கிளர்ச்சியற்ற நிலையில் அதன் எலெக்ட்ரான் அணுக்

கருவிலிருந்து குறிப்பிட்ட ஆரமுடைய சுற்றுப்பாதையில் சுழன்று கொண்டிருக்கும் இந்த இயல்பான நிலையை எலெக்ட்ரானின் தரைமட்டம் (ground level) என்று கூறுகின்றனர். எலெக்ட்ரான் தான் ஏற்றுக்கொண்ட ஆற்றலின் அளவைப் பொறுத்து, முதலாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம் (first excitation level), இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைமட்டம் போன்ற வெவ்வேறு ஆரங்களுடைய வெளிச் சுற்றுப்பாதைகளில் சுழலத் தொடங்குகின்றது. அணு கிளர்தல் நிலையை அடைந்தால், வெவ்வேறு கிளர்ந்த நிலைகளிலிருந்து நேராகவோ அல்லது இரண்டு மூன்று கீழ்நிலைகளிலுள்ள கிளர்ந்த நிலைமட்டங்களுக்குத் தாவி, தரைமட்டத்திற்கு வந்து சேர்ந்தால் வெவ்வேறு அலைநீளங்களைக் கொண்ட நிறமாலைக் கோடுகளைக் கதிர் வீச்சாக வெளியிட முடியும் என்று இதில் தெரிய வருகிறது.

4-8-1-3 (III) அயனியாக்கம் (Ionization)

வாயு அணுக்களோடு மோதும் எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றல் மிகுந்த வலிமையுடையதாயிருந்தால், வாயு அணுக்களின் வெளிப்புறக் கூட்டில் உள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களையும் வெளியேற்றுகின்றது. எலெக்ட்ரானை இழந்த வாயு அணுக்கள் நேர்மின்னூட்டம் உடைய அயனிகளாக மாறுகின்றன. மின்னழுத்தச் சரிவுக்கு உட்படுத்தப்பட்ட இந்த எலெக்ட்ரான்களும், அயனிகளும் முறையே குழாயின் நேர் மின் வாய், எதிர் மின்வாய் ஆகியவற்றினை நோக்கி எதிர்த் திசையில் செல்கின்றன. எலெக்ட்ரானின் எதிர் மின்னூட்டமும் அயனியின் நேர் மின்னூட்டமும் சம அளவுடையதாக இருப்பதாலும், இவை இரண்டும் ஒரே அளவான மின்னழுத்தச் சரிவுக்குட்படுவ தாலும், இவை இரண்டும் ஒரே அளவு விசைகளுடன் இயங்கப் படும். ஆனால் அயனின் நிறையினை ஒப்பு நோக்க, எலெக்ட்ரா னின் நிறை மிகக் குறைவு ஆதலால் வாயு அணுக்களிலிருந்து விடுபட்ட எலெக்ட்ரான் உயர் வேகத்தினை அடைந்து, வாயு அணுக்களுடன் மோதிப் புதிதாக அயனிகளை உண்டாக்குகிறது. இங்ஙனம் வாயு அணுக்களைத் தாக்கி, அயனியாக்க மின்னோட்டத் தில் கணிசமான பங்கேற்கக்கூடிய அளவுக்கும் மேலான எண்ணிக் கையில் எலெக்ட்ரான்கள் செயல்வினைத் தொடர் மூலம் வெளி விடக்கூடும். இதனால் மின்னோட்டம் விரைந்து அதிகரித்து, கண் ணாடிக் குழாயினையே அழித்து விடும். மின்னிறக்க விளக்கின் முக் கியமான வேலை ஒளியினைத் தருவதே. ஆகவே, மின்னிறக்கக் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். தன்னிச்சையான எலெக்ட்ரான்களின் இயங்கு ஆற்றலினால், இந்த அயனியாக்கம் ஏற்படுவதினால மின் வாய்களுக்கிடையே

கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை ஒழுங்கு படுத்துவதன் மூலம் இந்த அயனியாக்கம் திறனைக் குறிப்பிட்ட வரம்புக்குள் கட்டுப் படுத்த முடியும். ஆகவே, விளக்கின் தொடர் இணையாக மின் பொருண்மைச் சுருள் (choke) இணைத்து மின் வாய்களுக்கிடையே உள்ள மின் அழுத்தம் நிலை நிறுத்தப் படுகிறது. இந்த மின் பொருண்மைச் சுருளைப் பற்றி விரிவாகப் பிறகு பார்ப்போம். ஆகவே, ஓர் அணுவைக் கிளர்வதற்கும் அயனியாக்குவதற்கும் எளிதான முறை எலெக்ட்ரான்களால் அணுவைத் தாக்குவதாகும். ஓர் அணுவை அதன் இயல்பான தரை மட்டத்திலிருந்து, அதன்மேல் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு மாற்றமடையச் செய்வதற்குத் தேவையான ஆற்றல் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவில் குறிப்பிட்டால், அதற்குக் 'கிளர்தல் மின்னழுத்தம்' (excitation potential) என்று பெயர். எலெக்ட்ரானை முழுவதுமாக வெளியேற்றி அணுவை அயனியாக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலுக்கு அயனியாக்க மின்னழுத்தம் (ionisation potential) என்று பெயர்.

4-8-2. போரின் ஹைட்ரஜன் அணு அமைப்பும், ஆற்றல் மட்டங்களும்

போர் (Bohr) என்ற விஞ்ஞானி குவாண்டம் கொள்கையைத் தழுவிக் கீழ்க்கண்ட மூன்று புதிய எடுகோள்களைக் (postulates) கொண்டு, அணுவின் அமைப்பை விளக்கினார்:

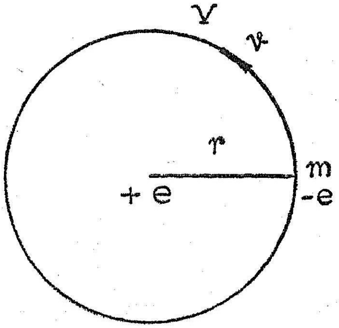
(1) அணுவின் மையத்தில் அணுக்கரு உள்ளது. அதைச் சுற்றி எலெக்ட்ரான் வட்டமிடுகிறது. ஆனால், எலெக்ட்ரான் அணுக் கருவிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட சில தூரங்களில்தான் கருவைச் சுற்றி வட்டமிடும். இச் சுற்றுப் பாதைகளில் எலெக்ட்ரானின் சுழல் உந்தம் (angular momentum) $\frac{h}{2\pi}$ என்பதன் முழுமடங்காக இருத்தல் வேண்டும். இச் சுற்றுப்பாதைகளைத் தவிர வேறு பாதைகளில் எலெக்ட்ரான் வட்டமிடாது. 'h' என்பது 'பிளாங்கின்' மாறிலி (Plank's constant).

(2) இக் குறிப்பிட்ட சுற்றுப்பாதைகளில் சுற்றிச் செல்கையில் எலெக்ட்ரான் தன் ஆற்றலை வெளிவிடாது என்பது இரண்டாம் எடுகோள். இச் சுற்றுப்பாதைகளுக்கு நிலையான பாதைகள் (stable or stationary orbit) என்று பெயர்.

(3) எலெக்ட்ரான் உயர்ந்த ஆற்றல் வாய்ந்த சுற்றுப் பாதையிலிருந்து குறைந்த ஆற்றலுடைய சுற்றுப் பாதைக்குத் தாவிக் குதிக்கும் பொழுது உண்டாகும் ஆற்றல் வித்தியாசம் கதிரியக்கமாக வெளிவிடப்படுகிறது. இக் கருத்துகளைக் கொண்டு ஹைட்ரஜன் அணுவைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

ஹைட்ரஜன் அணுவின் மையத்தில் புரோட்டான் (proton) என்ற ஒற்றை நேர் மின்னூட்டமுடைய அணுக்கரு உள்ளது என்றும், இதைச்சுற்றி ஓர் எதிர்-மின்னூட்டமுடைய எலெக்ட்ரான் ஒரு வட்டப்பாதையில் சுற்றிச் செல்கிறது என்றும் நாம் அறிவோம்.

எலெக்ட்ரானின் நிறை = m என்றும், எலெக்ட்ரானின் திசை வேகம் = V என்றும், அதன் மின்னூட்டம் =($-e$) கூலம் என்றும், அதன் சுற்றுப்பாதையின் ஆரம் = r என்றும், அணுக்கருவாகிய புரோட்டானின் மின்னூட்டம் ($+e$) கூலம் என்றும், வைத்துக் கொள்வோம். அணுக்கருவாகிய புரோட்டான் அசையாமல் ஒரே இடத்தில் நிலையாக உள்ளதாகக் கொள்வோம் (படம் 4-66 ஐ கவனிக்கவும்). அணுக்கருவுக்கும் எலெக்ட்ரானுக்குமிடையே செயல்படும்



படம் 4-66.
எலெக்ட்ரானின் சுழல் உந்தம்

$$\text{ஈர்ப்பு விசை} = \frac{e \times e}{4\pi k_0 r^2} = \frac{e^2}{4\pi k_0 r^3} \qquad \ldots \quad (4\text{-}56)$$

இதில் K_0 என்பது வெற்றிடத்திற்குள்

= நிறை × முடுக்கம்

$$= m \times \frac{V^2}{r} = \frac{mV^2}{r} \qquad \ldots \quad (4\text{-}57)$$

அணு நிலையாக இருக்க வேண்டுமானால், இவ்விரு விசைகளும் சமமாக இருக்கவேண்டும்.

$$\text{அதாவது} \quad \frac{mV^2}{r} = \frac{e^2}{4\pi k_0 r^2} \qquad \ldots \quad (4\text{-}58)$$

$$\because V^2 = \frac{e^2}{4\pi k_0 mr} \qquad \ldots \quad (4\text{-}59)$$

எலெக்ட்ரானின் உந்தம் (momentum) = நிறை × திசைவேகம்
= $m.V.$

உந்தத்தின் திருப்புத்திறன் (momentum of momentum)
அல்லது (or)
சுழல் உந்தம் (angular momentum)

$$= \underline{\frac{mV \times r}{mVr}} \quad \ldots \quad (4\text{-}60)$$

போரின் முதலாம் எடுகோளின்படி, இச் சுழல் உந்தம் $\frac{h}{2\pi}$ என்பதன் முழு மடங்காக இருத்தல் வேண்டும். அதாவது எலெக்ட்ரான் செல்லும் சுற்றுப் பாதையின் ஆரம் r_1 என்று வைத்துக் கொண்டால்

$mVr_1 = \frac{h}{2\pi}$ ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

சுற்றுப் பாதையில் ஆரம் r_2 என்றால் $mvr_2 = 2 \times \frac{h}{2\pi}$ ... (4–61)

சுற்றுப் பாதையில் ஆரம் r_3 என்றால் $mvr_3 = 3 \times \frac{h}{2\pi}$

$$r_n = mVr_n = n \times \frac{h}{2\pi} \quad \ldots \quad (4\text{-}62)$$

இதில் $n = 1, 2, 3 \ldots$ (n முழு எண்ணாகத்தான் இருக்கவேண்டும்.)

சமன்பாடு (4-62)-லிருந்து $V = \frac{nh}{2\pi} \times \frac{1}{mr_n}$

$$= \frac{nh}{2\pi mr_n} \quad \ldots \quad (4\text{–}63)$$

$$\therefore \quad V^2 = \frac{n^2 h^2}{2\pi mr_n} \quad \ldots \quad (4\text{–}64)$$

இந்தச் சமன்பாடு 4-64 ஐ, சமன்பாடு (4–59) உடன் ஒத்திட்டால்

$$\frac{e^2}{4\pi k_0 m rn} = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m^2 rn^2}$$

அதாவது $\frac{e^2}{k_0} = \frac{n^2 h^2}{\pi m r_n}$

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{\pi m e^2} \quad \ldots \quad (4\text{-}65)$$

$n = 1, 2, 3$ ....

இச் சமன்பாட்டில், h, π, m, e யாவும் மாறிலிகளாகும்.

$$\because \quad r_n \propto n^2 \qquad \ldots \quad (4\text{-}66)$$

r_n என்பது n^2-க்கு நேர் விகிதத்திலுள்ளது. அதாவது முதலாம் சுற்றுப் பாதை r_1 என்றால் $\left[r_1 = \dfrac{h^2}{4\pi^2 m e^2} \right]$ ... (4–67)

இரண்டாம் சுற்றுப்பாதையின் ஆரம் $r_2 = \dfrac{4\,h^2}{4\,\pi^2\, m\, e^2}$

$$\because \quad \underline{r_2 = 4\, r_1} \qquad \ldots \quad (4\text{-}68)$$

இந்த n என்ற சுற்றுப்பாதையின் எண்ணுக்கு "குவாண்டம் எண்" (Quantum number) என்று பெயர்.

அணுவின் ஆற்றல் மட்டங்கள் (Energy level)

ஓர் அணுவின் மொத்த ஆற்றல், அதன் இயங்கு ஆற்றல் (*K. E.*), நிலை ஆற்றல் (*P. E.*) இவற்றின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

ஓர் அணுவின் இயங்கு ஆற்றல் அதாவது அதனுடைய எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றல் $= \frac{1}{2} m V^2$. ஆனால் சமன்பாடு 4-59-ல்

$$V^2 = \frac{e^2}{4\,\pi\, k_0\, m r}$$

$$\text{ஆகவே, } \frac{1}{2} m V^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{e^2}{4\,\pi\, k_0\, m\, r} \right) \qquad \ldots \quad (4\text{-}69)$$

$$= \frac{e^2}{8\,\pi\, k_0\, r}$$

சுற்றுப்பாதையின் ஆரம் r_n ஆக இருக்கும்பொழுது எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றலை $= \dfrac{e^2}{8\,\pi\, k_0\, r_n}$ எனக் குறிப்பிடலாம். நிலை ஆற்றல் என்பது, எலெக்ட்ரான் மின்னூட்டத்தை ஈறிலா (infinite) தூரத்திலிருந்து அணுக்கருவுக்கு r_n தூரத்துக்குக் கொண்டு வருவதற்குச் செய்யவேண்டிய வேலையாகும்.

அணுக்கருவிலிருந்து r என்ற தூரத்திலுள்ள e என்ற மின்னூட்டத்தை dr தூரம் நகர்த்துவதற்குச் செய்யப்படும் வேலை = விசை $\times$ தூரம்.

$$= \frac{e^2}{4 \pi k_0 r^2} \times dr \qquad \ldots \quad (4\text{-}70)$$

$$\therefore \text{ நிலை ஆற்றல் } = \frac{1}{4 \pi k_0} \int_{\infty}^{r_n} \frac{e^2}{r^2} \, dr.$$

$$= \left[\frac{e^2}{r} \right]_{\infty}^{r_n}$$

$$= -\frac{e^2}{4 \pi k_0 r_n} \qquad \ldots \quad (4\text{-}71)$$

$\therefore$ மொத்த ஆற்றல் E_n = இயங்கு ஆற்றல் + நிலை ஆற்றல்.

$$= \left[\frac{e^2}{8 \pi k_0 r_n} \right] + \left[-\frac{e^2}{4 \pi k_0 r_n} \right]$$

$$= -\frac{e^2}{8 \pi k_0 r_n}$$

ஆகவே, மொத்த ஆற்றல்

$$E_n = -\frac{e^2}{8 \pi k_0 r_n} \quad (r_n = r_1, r_2, r_3, \qquad \ldots \quad (4\text{-}72)$$

அணு ஆற்றலின் அளவு எதிர்க்குறியுடன் (minus) இருப்பதால், அணுக்கருவிலிருந்து எலெக்ட்ரானின் சுற்றுப்பாதையின் ஆரம் அதிகரித்தால், சுற்றுப்பாதையின் எதிரிடை மின்னாற்றல் (negative energy) குறைகிறது. ஆனால் அதன் உண்மையான ஆற்றல், ஆரம் பெரியதாக ஆக, அதிகரிக்கிறது. அதாவது வெளிப்புறச் சுற்றுப்பாதையில் ஆற்றல் அதிகம் என்றும், உட்புறச் சுற்றுப்பாதையில் ஆற்றல் குறைவு என்றும் இதிலிருந்து நன்கு புலனாகிறது. இது குறித்தே ஓர் அணுவின் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் மிகுந்த வலிமை வாய்ந்தவைகளாக உள்ளன எனக் கூறுகின்றனர். அதாவது அவற்றை வேலென்ஸ் எலெக்ட்ரான்கள் (valence electrons) எனக் குறிப்பிடுவர்.

வேலென்ஸ் (valence) என்னும் சொல் வேலெயர் (valere) என்ற இலத்தீன் (Latin) சொல்லினடியாகப் பிறந்தது. இலத்தீனில் வேலெயர் என்றால் வலிமை வாய்ந்ததாக்கு (to be strong) என்று பொருள்.

சமன்பாடு (4-65)-லிருந்து r_n-ன் அளவைச்சமன்பாடு (4-72,-ல் ஈடு செய்தால்,

$$\text{மொத்த ஆற்றல் } E_n = \frac{-e^2}{8\pi k_0} \times \frac{\pi m e^2}{n^2 h^2}$$

$$= -\frac{m e^4}{k_0 h^2 n^2} \quad (n = 1, 2, 3, \ \ldots \quad (4\text{–}73)$$

ஆகவே, அணுவின் மொத்த ஆற்றல், சுற்றுப்பாதையின் குவாண்டம் எண்ணின் இருமடி, எதிர் விகிதத்தில் (inverse square) அடைந்துள்ளது. ஓர் அணு தன் தரைமட்ட ஆறறல் நிலையிலிருந்தால் அது தன் இயல்பான நிலையில் உள்ளது என்றும், ஏதாவது ஒருவகையில் (வெப்பத்தாலோ, மின்னழுத்தத்தாலோ அல்லது மோதலினாலோ) அணு ஆற்றல் பெற்று மேல் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு மாற்றமடைந்தால் அது கிளர்ச்சி நிலையில் உள்ளது என்றும், இக் கிளர்ச்சி நிலையில் அணு வெகு சிறிது காலமே $\left(\frac{1}{10^8}\right.$ வினாடி $\left.\right)$ இருந்து, மறுபடியும் தன் தரைமட்ட நிலைக்குத் தாவி விடும் என்றும் பார்த்தோம். எலெக்ட்ரான் எந்தச் சுற்றுப் பாதையில் சென்றாலும் ஆற்றல் வெளிவிடப்படுவதில்லை. கிளர்ந்த நிலையில் எலெக்ட்ரான் வெளிச் சுற்றுப் பாதையிலிருந்து உள் சுற்றுப்பாதைக்குத் தாவினால்தான் ஆற்றல் வித்தியாசம் ஏற்பட்டு இந்த ஆற்றல் வித்தியாசம் கதிர்வீச்சாக வெளிவிடப் படுகிறது.

4-8-2-1 வெளிவிடப்படும் கதிர் வீச்சின் அலைநீளம் (Wavelength of Radiated Emission)

E_1 என்பது, அணுக்கருவிலிருந்து r_1 தூரத்திலுள்ள உள் சுற்றுப் பாதையின் ஓர் எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல் (எலெக்ட்ரான் வோல்ட்) என்றும், E_2 என்பது அதே அணுக்கருவிலிருந்து r_2 தூரத்தில் உள்ள வெளிச்சுற்றுப் பாதையின் கிளர்ந்த நிலையில் அதே எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல் (எலெக்ட்ரான் வோல்ட்) என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். இந்த ஓர் எலெக்ட்ரான் வெளிப்பாதையில் இருந்து உள்பாதைக்குத் தாவினால், இவ்விரு சுற்றுப்பாதைகளுக்கு இடையே உள்ள ஆற்றல் வித்தியாசம் $(E_2 - E_1)$. ஒரு சக்திச் சொட்டாக அல்லது hf என்ற கதிர் குவாண்டமாக வெளி

விடப்படுகிறது. இதில் h என்பது ‘ பிளாங்கின் ’ மாறிலி (Planck's constant $= 6{\cdot}62 \times 10^{-34}$) f என்பது வெளிவிடப்படும் கதிரின் அலைவெண். ஆனால்,

$f = \frac{C}{\lambda}$. இதில் C என்பது கதிர் வீச்சின் திசை வேகம் (3×10^{8} மீட்டர்/வினாடி). λ என்பது கதிர் வீச்சின் அலை நீளம் (அலகு மீட்டர்)

$$\therefore \quad f = \frac{E_2 - E_1}{h} \qquad \ldots \quad (4\text{-}74)$$

$$\frac{C}{\lambda} = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

$$\lambda = \frac{C \times h}{E_2 - E_1} \qquad \ldots \quad (4\text{-}75)$$

x மீட்டர் தூரத்திலுள்ள இரு மின் வாய்களுக்கிடையே கொடுக்கப் படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு V வோல்ட் என்றால், புல வலிமை அல்லது மின்னழுத்தச் சரிவு அல்லது ஏற்றம் (field strengths or potential gradient)

$= \frac{V}{x}$ வோல்ட்/மீட்டர் ஆகும்.

எலெக்ட்ரானின் மீது செலுத்தப்படும் விசை

$$= \frac{V}{x} \times e. \qquad \ldots \quad (4\text{-}76)$$

x தூரம் செல்வதற்குச் செய்யப்படும் வேலை

$$= \frac{V}{e} \times e \times x = Ve$$

$= 1{\cdot}6021 \times 10^{-19} V.$ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ... (4-77)

($\because e = 1{\cdot}6021 \times 10^{-19}$ கூலங்கள்)

இதுவே, ஓர் எலெக்ட்ரானுக்குத் தேவைப்படும் இயங்கு ஆற்றல் ஆகும். அதாவது V வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுப்பாட்டில் ஓர் எலெக்ட்ரானின் இயங்கு ஆற்றல் $= 1{\cdot}6021 \times 10^{-19}$ எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டாகும். வாயுவின் மின் நடுநிலை அணு இந்த மிகு

ஆற்றலை ஈர்த்துக் கொண்டு, கிளர்ச்சி நிலையுற்று, மீண்டும் தரைமட்ட நிலைக்கு வரும்பொழுது, ஏற்றுக்கொண்ட மிகு ஆற்றலை வெளிவிடுகிறது. ஆகவே, ஆற்றல் வித்தியாசம்,

$E_2 - E_1 = 1{\cdot}6021 \times 10^{-19} V$ ஆகும்.

இதனைச் சமன்பாடு (4-75)-ல் ஈடு செய்தால்

$$\lambda = \frac{C \times h}{1{\cdot}6021 \times 10^{-19}\, V}$$

இதில் வரும் C, h என்ற மாறிலிகளின் அளவினை இட்டுக் கணித்தால், கதிர்வீச்சின் அலைநீளம்,

$$\lambda = \frac{3 \times 10^{-8} \times 6{\cdot}62 \times 10^{-34}}{1{\cdot}6021 \times 10^{-19} \times V}$$

$$= \frac{12{,}378}{V} \text{ ஆ. அ } (\because 1 \text{ ஆம்ஸ்ட்ரான் அலகு} = 10^{-10} \text{ மீட்டர்})$$

4-8-3. ஹைட்ரஜனின் ஆற்றல் மட்டங்கள் (Energy Levels of Hydrogen)

ஹைட்ரஜன் அணுவின் மொத்த ஆற்றல்

$$En = \frac{-13{\cdot}6}{n^2} \text{ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும்.}$$

ஆகவே $n = 1, 2, 3, \ldots\ldots$ மட்டங்களில் ஆற்றல்கள், $-13{\cdot}6\ ev$ $-3{\cdot}4\ ev$, $-1{\cdot}5\ ev$, ... o, ev என்றாகும். $n = 1$ என்ற அடிமட்டமே அணுக்களின் இயல்பான நிலை. ஹைட்ரஜனின் வாயுவில் கிளர்ச்சி எதுவும் ஏற்படவில்லையென்றால் அந்த அணுக்கள், அந்த அடிமட்ட ஆற்றல் நிலையில்தான் இருக்கும். வெப்பம், மின்னழுத்தம் மோதல் போன்ற ஏதேனும் ஒருவகையில் அணுவுக்கு ஆற்றல் தரப்பட்டால், அதன் எலெக்ட்ரான் அடிமட்டத்திலிருந்து எந்த உயர்ந்த மட்டத்திற்காவது தாவும் என்பது அது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட ஆற்றலின் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. எடுத்துக் காட்டாக, ஹைட்ரஜன் அணுவை அதன் இயல்பான $(n=1)$ நிலையிலிருந்து முதலாம் கிளர்ந்த நிலைக்கு $(n=2)$ மாற்றமடையச் செய்வதற்கு

$$E_2 - E_1 = \frac{13{\cdot}6}{2^2} - \left(-\frac{13{\cdot}6}{1^2}\right) = -3{\cdot}4 - 3{\cdot}4 - (-13{\cdot}6) = 10{\cdot}2$$

எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டு ஆற்றலும், இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்கு உயர்த்த $-1{\cdot}5 - (-13{\cdot}6) = 12{\cdot}1$ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்ற

லும், மூன்றும் கிளர்ந்த நிலைக்கு உயர்த்த 0·85 − (13·6) = 12·75 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டு ஆற்றலும், நான்காம் கிளர்ந்த நிலைக்கு உயர்த்த −0·56 + 13·6 = 13·04 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டு ஆற்றலும் தேவை. எலெக்ட்ரானை முழுவதுமாக அணுவிலிருந்து அப்புறப்படுத்த 13·6 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் தேவை. ஆகவே ஹைட்ரஜன் அணுவின் அயனியாக்க மின்னழுத்தம் 13·6 வோல்ட் என்றும், கிளர்தல் மின்னழுத்தங்கள் 10·2, 12·1, 12·75, 13·04 ....வோல்ட்டுகள் என்றும் தெளிவாகிறது. அணுக்கள் கிளர்தல் நிலையை அடைந்தால், மிகப்பல மோதல்களுக்கு ஆளாகின்றன. இந்த மோதல்களினால் பலவிதமான மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன. அவற்றில் பெரும்பாலும் முதலாம் கிளர்ந்த நிலையிலேயே ஏற்படுகின்றன. அணுவின் எலெக்ட்ரான் முதலாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டத்திலிருந்து, தரைமட்ட நிலைக்குத் தாவிப் பாய்வதனால் நிறமாலைக் கோடுகள் வெளிப்படுகின்றன. இதனால் வரும் கதிர் வீச்சுகளே 'ஒத்ததிர் அலையெண் கதிர் வீச்சுகள்' (resonance frequency radiations) எனப்படும். ஹைட்ரஜனின் ஒத்ததிர் கதிர்வீச்சின் அலை நீளம் $\lambda = \frac{12378}{V}$ − ஆ. அ என்ற சமன்பாட்டின் மூலம் கண்டறியலாம்.

$$\lambda = \frac{12375}{10\cdot2} = 1215 \text{ ஆ. அ.}$$

மேலும் கிளர்ந்த நிலையில் உள்ள அணு, உயர்ந்த கிளர்ந்த நிலை மட்டத்திலிருந்து, தரைமட்டத்திற்கு நேராகவோ, அல்லது இரண்டு மூன்று படிகளிலோ தாவி அடிமட்டத்திற்கு வந்து சேரும். எடுத்துக்காட்டாக நான்காம் கிளர்ந்த நிலைக்கு உயர்த்தப்பட்ட எலெக்ட்ரான் நான்காம் கிளர்ந்த நிலைமட்டத்திலிருந்து முதலில் மூன்றும் கிளர்ந்த நிலைமட்டத்திற்குத் தாவி, அங்கிருந்து நேராகவோ, அல்லது இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைமட்டத்திற்கு வந்து, பின் தரைமட்டத்திற்கு வந்து சேரும். அதோடு மட்டுமல்லாமல் நான்காம் கிளர்ந்த நிலைமட்டத்திலிருந்து தாவி, நேராக இரண்டாம் கிளர்ந்தநிலைமட்டத்திற்கு வந்து,பின் தரைமட்டத்திற்கு வந்தடையலாம். இங்ஙனம் ஒவ்வொரு கிளர்ந்த நிலைமட்டத்திலிருந்து பல்வேறுவகைகளில் மற்ற கிளர்ந்த நிலைமட்டங்களுக்குத் தாவிப் பாயும் பொழுதும், அடிமட்டத்திற்கு வந்தடையும் பொழுதும் கண்ணுக்கு புலனாகும் அலை நீளங்கள்-கண்ணுக்குப் புலப்படாத அலை நீளங்கள் கொண்ட வேவ்வேறு நிறமாலைக் கோடுகள்-ஏற்படுகின்றன. இவற்றைப் படம் 4-67-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஹைட்ரஜனின் ஆற்றல் மட்ட வரைப்படத்திலிருந்தும், அட்டவணை 4-21-லிருந்தும் அறிந்துகொள்ளலாம்.

குறைந்த அழுத்தம் உள்ள ஹைட்ரஜன் வாயுவின் வழியாக மின்னிறக்கம் செய்யும்பொழுது கண்ணுறும் பகுதியில் உள்ள நிறமாலையில் நான்கு நிறக்கோடுகள் தெரிந்தன. "பாமர்" (Balmer) என்ற விஞ்ஞானி இந்த நான்கு நிறக்கோடுகளுக்கு மிடையே ஒரு தொடர்பு இருப்பதைக் கண்டார். இக் கோடுகளின் அலைநீளங்களின் தலைகீழ் பின்னங்களைக் கணக்கிட்டால் ஒரு சென்டிமீட்டரில் எத்தனை அலகுகள் உள்ளன என்பது கிடைக்கும். இந்த நான்கு கோடுகளின் அலை எண்கள் (wave number) $\overline{r}\left(=\frac{1}{\lambda}\right)$ முறையே 15233 செமீ$^{-1}$, 20565 செ.மீ$^{-1}$, 23032 செமீ$^{-1}$, 24373 செமீ$^{-1}$ ஆகும். இந்த நான்கு அலை எண்களையும் கீழ்க்கண்ட வாய்பாடுமூலம் விளக்கலாம்.

$$r = \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

இதில் R என்பது ரிட்பர்க் மாறிலி (Rydberg Constant). இதன் அளவு R = 109,677·58 செ.மீ$^{-1}$, n_2 என்பதற்கு 3,4,5,6 என்ற மதிப்புகள் கொடுத்தால்

$$\frac{1}{\lambda_1} = 109,677\cdot58\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = 15233\,(\text{சிவப்பு})\text{ செமீ}^{-1} \quad \ldots \quad (4\text{-}78)$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = 109,677\cdot58\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 20565\,(\text{நீலம்})\text{ செமீ}^{-1} \quad \ldots \quad (4\text{-}79)$$

$$\frac{1}{\lambda_3} = 109,677\cdot58\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right) = 23032\,(\text{ஊதா})\text{ செமீ}^{-1} \quad \ldots \quad (4\text{-}80)$$

$$\frac{1}{\lambda_3} = 109,677\cdot58\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}\right) = 24,373\,(\text{இறுதி ஊதா})\text{ செமீ}^{-1} \quad \ldots \quad (4\text{-}81)$$

n_2-ன் மதிப்பினை 7,8 ...... ∞ என்று உயர்த்திக்கொண்டே போனால், அலைநீளங்கள் குறைந்துகொண்டே போய் λ = 3646 ஆ-அ-என்ற அலைநீளத்தில் முடிவடைகிறது. இந்த அலைநீளங்கள் புறஊதா ஒளி அலைநீளங்களையுடையன.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad \ldots \quad (4\text{-}82)$$

என்பதனைக் கணித்தால் கிடைக்கும் கோடுகள் கொண்ட நிறமாலைக்கு "பாமர்" அணி (Balmer series) என்று பெயர்.

அதேபோல் $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right). n_1 = 1, n_2 = 2,3,4. \quad . \infty$

ஆக இருக்கும் நிறமாலை அணிக்கு லைமன் அணி (Lyman series) எனப் பெயர். இதன்படி $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{h_2^2}\right) n_2 = 2,3,4 \ldots\ldots \infty$ வரை இவற்றைக் கணித்தால் ஒவ்வோர் எண்ணுக்கும் ஒவ்வொரு கோடு கிடைக்கும். அவையாவும் புறஊதா நிறமாலையில் உள்ளவை.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{h_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) n_1 = 3, n_4 = 4,5,6 \qquad \ldots \quad (4\text{-}84)$$

ஆக இருக்கும் நிறமாலை அணிக்கு 'பாஷ்சன்' அணி (Paschen series) எனப் பெயர். இதன்படி $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) n_2 = 4,5,6 \quad \infty$ வரை இவற்றைக் கணக்கிட்டால் கிடைக்கும் அலைநீளங்கள் யாவும் அகச்சிவப்பு (infra red) நிறமாலையில் உள்ளன.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right). n_1 = 4, n_2 = 5,6,7 \qquad \ldots \quad (4\text{-}85)$$

ஆக இருக்கும் நிறமாலை அணிக்குப் 'பிராக்கட் அணி' (Bracket series) எனப் பெயர். ஆகவே

$$\frac{1}{\lambda}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n_2^2}\right). n_2 = 5,6,7 \quad \ldots\ldots \infty \qquad \ldots \quad (4\text{-}86)$$

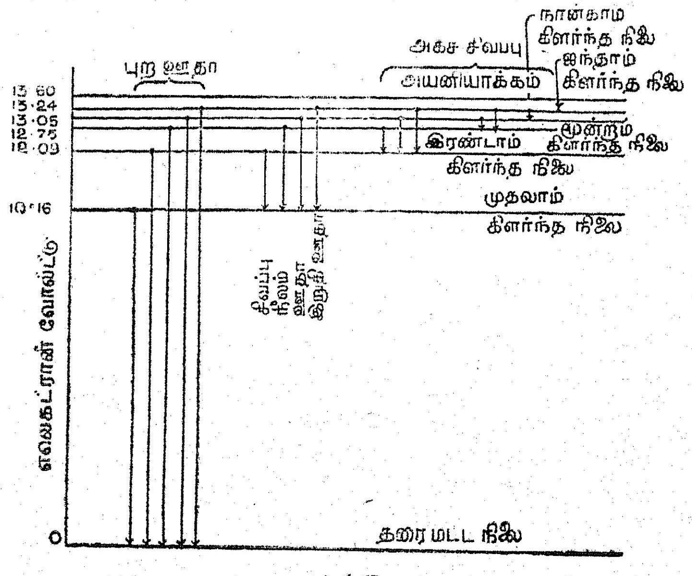
வரை இவற்றைக் கணக்கிட்டால் கிடைக்கும் அலைநீளங்கள் யாவும் தூர அகச்சிவப்பு நிறமாலையில் உள்ளன.

ஆகவே ஹைட்ரஜன் வாயுவின் வழியாக மின்னிறக்கம் செய்யும் பொழுது, வெளிவிடப்பட்ட நிறமாலையை நன்கு ஆய்வு செய்தால் நிறமாலையின் பெரும் பகுதி கண்ணுக்குத் தென்படாத அகச்சிவப்பு அல்லது புற ஊதாப் பகுதிகளிலே இருக்கின்றது. மேலும் ஒத்திர் கதிர் வீச்சுகளைத் தவிர, மற்ற மேல் மட்டங்களிலிருந்து

கீழ்மட்டங்களுக்குத் தாவும் பொழுது ஏற்படும் கதிர் வீச்சுகளின் பயனுறுதிறன் மிகக் குறைவு. எடுத்துக்காட்டாக, மூன்றும் கிளர்ந்த நிலை மட்டத்திலிருந்து இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டத்திற்குத் தாவும் பொழுது ஏற்படும் கதிர் வீச்சின் பயனுறுதிறனைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம். மூன்றும் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்கு வரும் பொழுது ஏற்படும் ஆற்றல் வித்தியாசம் $= 12{\cdot}75 - 10{\cdot}69 = 2{\cdot}59$. எலெக்ட்ரான் வோல்ட்.

$$\therefore \text{ கதிர் வீச்சுப் பயனுறு திறன் } = \frac{2{\cdot}59}{12{\cdot}75} \times 100 = 20\% \text{ சுமார்}$$

ஆகவே, வாயுக்களின் வழியாக மின்னிறக்கம் செய்வதற்கான முக்கியமானதும் மேம்பட்டிருப்பதுமான சிறப்பியல்பினை, அந்த வாயுக்களில் ஏற்படும் ஒத்ததிர் கதிர் வீச்சுகளைக் கொண்டுதான்



படம் 4-67.
ஹைட்ரஜனின் ஆற்றல் மட்டங்கள்

கண்டறிய முடிகிறது. இந்த விதிப்படி பார்க்கப் போனல், ஹைட்ரஜன் மின்னிறக்கம் ஒரு பயனுறுதிறன் வாய்ந்த ஒளித் தோற்று வாயாகக் கருத முடியாது. படம் 4-67 ஹைட்ரஜன் ஆற்றல் மட்டங்களைக் குறிக்கும் வரைபடமாகும்.

அட்டவணை 4-21.

வரிசை எண்	மேல் ஆற்றல் மட்டங்களிலிருந்து அதன் கீழ் மட்டத்திற்குத் தாவும் விதம்.	ஆற்றல் வித்தியாசம் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்	கதிர் வீச்சின் அலை நீளம் $\lambda°A$	நிறமாலையில் வகிக்குமிடம்
1.	முதலாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து தரை மட்டத்திற்குத் தாவுதல்.	10·16	1219	
2.	இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து தரை மட்டத்திற்குத் தாவுதல்.	12·09	1024	
3.	மூன்றாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து தரை மட்டத்திற்குத் தாவுதல்.	12·75	970·9	புறஊதா
4.	நான்காம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து தரை மட்டத்திற்குத் தாவுதல்.	13·06	948·2	
5.	ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து தரை மட்டத்திற்குத் தாவுதல்.	13·24	935·0	
6.	இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து முதலாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	1·93	6413	சிவப்பு
7.	மூன்றாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து முதலாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	2·59	4779	நீலம்
8.	நான்காம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து முதலாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	2·90	4269	ஊதா

வரிசை எண்	மேல் ஆற்றல் மட்டங்களிலிருந்து அதன் கீழ் மட்டத்திற்குத் தாவும் விதம்.	ஆற்றல் வித்தியாசம் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்	கதிர்வீச்சின் அலை நீளம் λ°A	நிறமாலையில் வசிக்குமிடம்
9.	ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து முதலாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	3·08	4019	இறுதி ஊதா
10.	மூன்றும் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	0·66	18760	
11.	நான்காம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	0·97	12770	
12.	ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	1·15	10760	
13.	நான்காம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து மூன்றும் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	0·31	39330	அகச் சிவப்பு
14.	ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து மூன்றும் கிளர்ந்த நிலைக்குச் தாவுதல்.	0 49	25260	
15.	ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலையிலிருந்து நான்காம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவுதல்.	0·18	68770	

4-8-4. சோடிய ஆவி மின்னிறக்கம்

சோடியம் அணுவில் 11 எலெக்ட்ரான்களில் 2 எலெக்ட்ரான்கள் K கூட்டிலும், 8 எலெக்ட்ரான்கள் L கூட்டிலும், ஓர் எலெக்ட்ரான் M கூட்டிலும் அமைந்துள்ளன. இதனுடைய முழுமையான ஆற்றல் மட்ட வரைபடம் மிகவும் சிக்கலானது. சோடிய அணு

வின் பல்வேறு கிளர்ச்சி நிலை மட்டங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

முதலாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம்	=	2·1 வோல்ட்
இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம்	=	3·2 வோல்ட்
மூன்றும் கிளர்ந்த நிலை மட்டம்	=	3·6 வோல்ட்
நான்காம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம்	=	4·1 வோல்ட்
ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம்	=	4·3 வோல்ட்
அயனியாக்கப்படும் நிலை மட்டம்	=	5·12 வோல்ட்

இந்தச் சோடியம் வாயுவின் ஆற்றல் மட்டத்தில் முக்கியமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டியது என்னவெனில், இதில் உள்ள எல்லாக் கிளர்ந்த நிலை மட்டங்களும் ஜதையாகவே காணப்படும். இதன் முதலாம் கிளர்ந்த நிலை ஆற்றல் வித்தியாசம் 2·1 வோல்ட். ஆகவே, ஒத்ததிர் கதிர் வீச்சின் அலை நீளம்

$$\lambda = \frac{12 \cdot 378}{v} = \frac{12 \cdot 378}{2 \cdot 1}$$

மேலும், இவைகள் மிக நெருக்கமான அலைநீளங்கள் கொண்ட ஜதைகளாகத் தோன்றுவதால், இரு ஒத்ததிர் கதிர் வீச்சுகள் 5890 ஆ. அ.-ம், 5896 ஆ. அ.-ம் காணப்படுகின்றன. இந்த இரு நிற மாலைக் கோடுகள் கண்ணுறும் பகுதியில் இருக்கிறது. இக் கதிர் வீச்சின் நிறமும் மஞ்சளாக இருக்கும். கிளர்ந்த நிலையில் உள்ள அணுவின் எலெக்ட்ரான் 4·1 வோல்ட், 4·3 வோல்ட் மட்டத்திலிருந்து 2·1 வோல்ட் மட்டத்திற்கு வரும்பொழுது உண்டாகும் கதிர் வீச்சுகளின் அலை நீளங்கள் முறையே 6161 ஆ. அ.-ம், 6154 ஆ. அலகுமாகும். இந்தக் கதிர் வீச்சுகள் சிவப்புப் பகுதியில் இருப்பதால் அவ்வளவு பயனுடையவை அல்ல. மேலும், 3·6, 3·2 வோல்ட் போன்ற மேல் மட்டங்களிலிருந்து 2·1 வோல்ட் கீழ் மட்டத்திற்குத் தாவும்பொழுது வெளிவிடப்படும் நிற மாலைக் கோடுகள் புற ஊதாப் பகுதிகளில் இருப்பதால், நம் கண்களுக்குத் தென்படுவதில்லை. மற்ற வீழ்ச்சிகள் அவ்வளவு முக்கியமானவைகள் அல்ல.

இந்தச் சோடிய வாயு விளக்கின் ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறன் மிக அதிகம் (அதாவது 0·765 இருக்கும்).

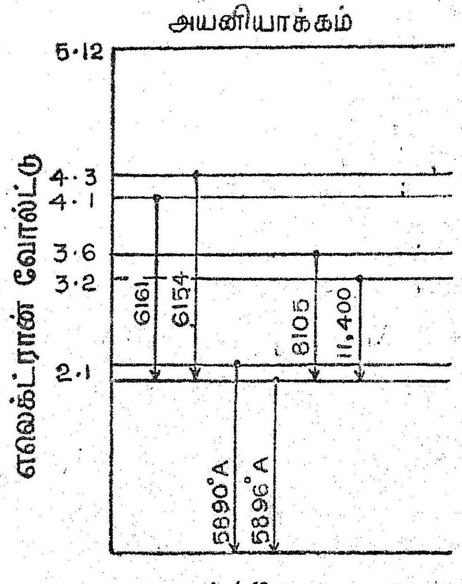
சோடிய ஆவி விளக்கின் சிறப்புகள் :

(1) முதலாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம் தாழ் மின்னழுத்த மானது. ஆகவே எலெக்ட்ரான் கிளர்ந்த நிலை அடைவதற்கு, மற்ற வாயுக்களுடன் ஒப்பிடும்பொழுது இதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் மிகக் குறைவே.

(2) கதிர்வீச்சு ஆற்றல்களில் பெரும்பான்மையானவை, ஒத்ததிர் கதிர் வீச்சுகளிலிருந்தே கிடைப்பவை.

(3) கதிர் வீச்சுகளின் அநேகமானவை கண்ணுறும் பகுதியில் உள்ளன. இத்தன்மையைப் பெற்றிருக்கக் கூடிய ஒரே ஒரு விளக்கு இந்தச் சோடிய ஆவி விளக்காகும்.

மேற்குறித்த காரணங்களினால் சோடிய ஆவி விளக்கு மிகுந்த பயனுறு திறன் வாய்ந்ததாகவும் (அதாவது 0·765), முக்கிய ஒளித் தோற்றுவாயாகவும் விளங்கி எல்லாத் தொழிற்சாலைகளிலும் பயன் பட்டு வருகின்றது.

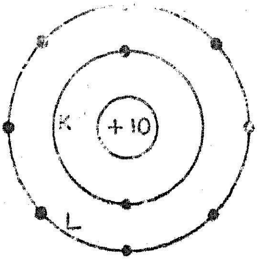


படம் 4-68.
சோடிய ஆவி ஆற்றல் மட்டம்

சோடிய ஆவியின் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம் 4-68-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

4-8-5 நியான் வாயு மின்னிறக்கம்

நியான் அணுவில் உள்ள 10 எலெக்ட்ரான்களில், 2 எலெக்ட்ரான்கள் K கூட்டிலும் 8 எலெக்ட்ரான்கள் L கூட்டிலும், படம் 4-69-ல் காட்டிய படி அமைந்துள்ளன. நியான் என்னும் மந்த வாயுவின் (inert gas) வெளிபுறக் கூட்டில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை எட்டு. அதாவது வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை முழுமையானது (படம் 4-69). அவை தாய்க்கருவுடனும், சூழ்ந்துள்ள எலெக்ட்ரான்களுடனும் நன்கு பிணைக்கப் பட்டிருக்கும். ஆகவே, L கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களைக் கிளர்வுறச் செய்வதற்கு அதிக எலெக்ட்ரான்-வோல்ட்டு ஆற்றல் தேவை. முதலாம் கிளர்ந்த நிலை எலெக்ட்ரான்-வோல்ட்டு 16·58. சோடிய ஆவி அணுவுக்குத் தேவைப்படும் முதலாம் கிளர்ந்த நிலை எலெக்ட்ரான்-வோல்ட் 2·1 என்ற எண்ணுடன் நோக்கும் பொழுது, இது மிக அதிகமாகத் தொன்றும்.



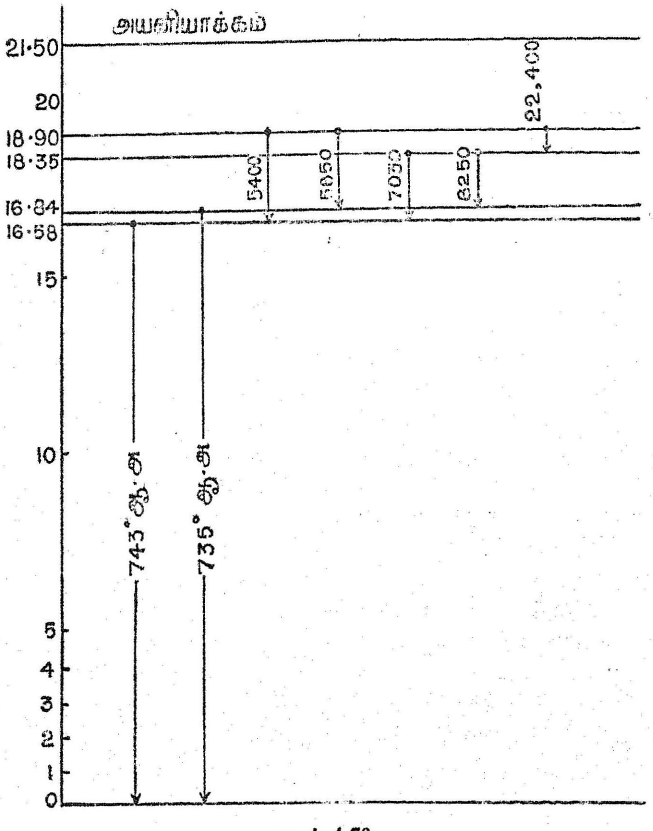
படம் 4-69.
நியான் (Ne)
10 எலெக்ட்ரான்கள்

நியான் வாயுவின் ஆற்றல் மட்டம் வரைபடம் 4-70-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. முதல் தொகுப்பு, முதலாம் கிளர்ந்த நிலையாகிய 16·58 முதல் 16·84 வோல்ட்டுகள் வரையில் அடங்கியுள்ளன. இரண்டாவது தொகுப்பு 18·35 முதல் 18·9 வோல்ட்டுகள் வரையில் அடங்கியுள்ளன. ஒத்ததிர்வு கதிர் வீச்சின் அலை நீளங்கள் முறையே 743° ஆ. அ., 735 ஆ. அ.

$$\left(\lambda_1 = \frac{12{,}378}{16 \cdot 65} = 743°A;\ \lambda_2 = \frac{12{,}378}{16 \cdot 84} = 735°A\right)$$

இந்த இரண்டு கதிர்வீச்சுகளும் புறஊதாப் பகுதியையும் கடந்து உள்ளன. இரண்டாவது தொகுப்பில் பத்து ஆற்றல் மட்டங்கள் 18·35 வோல்ட்டு முதல் 18·9 வோல்ட்டு வரை அடங்கியுள்ளன. இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டங்களிலிருந்து (16·58 முதல் 16·84 வரை), முதலாம் கிளர்ந்த நிலைக்குத் தாவும்பொழுது, உண்டாகும் கதிர்வீச்சுகளின் அலைநீளங்கள் 54 0° ஆ. அலகு (பச்சை நிறம்) இலிருந்து 7032° ஆ. அ. (சிவப்பு நிறம்) வரை இருக்கின்றன. இவற்றைத் தவிர, வேறு தொகுப்பு ஆற்றல் மட்டங்களும் உள்ளன. இந்தத் தொகுப்பு ஆற்றல் மட்டங்களிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்கு வரும்பொழுதும் கட்புலனாகும் கதிர்வீச்சுகள் கிடைக்கின்றன. பெரும்பாலான

நிறமாலை வரித்தொடர்கள் (spectral lines) சிவப்பு நிறமாலைக்கு அருகிலே கிடைக்கும்படி, வெவ்வேறு தொகுப்புகளுக்கு இடையே யுள்ள தூரங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. ஆகவே, நியான் வாயுவின் நிறம் இளஞ்சிவப்பு (pink).



படம் 4-70.
நியான் வாயுவின் ஆற்றல் மட்ட வரைபடம்
(Neon gas energy level diagram)

நியான் வாயுவின் முதலாம் கிளர்ந்த நிலைமட்டத்திற்கும் அயனியாகும் மட்டத்திற்கும் அதிக எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் தேவைப்படுவதாலும், ஒத்ததிர் கதிர்வீச்சுகளில் அலைநீளங்கள் புறஊதாப் பகுதியிலிருப்பதாலும் நியான் வாயு மின்னிறக்க விளக்கின் பயனுறுதிறன் குறைந்துபோகும். எனினும், உறுதியற்ற

சமநிலை மட்டங்களைப் (metastable levels) பொருத்தமாகப் பயன்படுத்திக் கொள்வதன்மூலம் நியான் வாயு மின்னிறக்க விளக்கின் பயனுறுதிறனை அதிகரிக்கலாம். சரியான ஆவி அழுத்தத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதன்மூலம், உறுதியற்ற சமநிலை மட்டங்களை (metastable levels) நீடித்திருக்கும்படிச் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டு ஆவி அழுத்தம் (vapour pressure) 0·6 மி.மீ பாதரசமாக (0·6 m m of mercury)வும், 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டமும் உடைய 35 மி.மீ விட்டமுடைய நியான் குழாய் விளக்கின் பெரும ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறன் 21·5 லூமென்கள்/வாட் ஆனால், 0·2 மி.மீ பாதரச வாயு அழுத்தமுடைய விளக்கின் பயனுறுதிறன் 13 லூமென்கள்/வாட். மாறாக 2 மி.மீ பாதரச ஆவி அழுத்தத்தின் விளக்கின் பயனுறுதிறன் 16 லூமென்கள்/வாட்.

4-8-6. பாதரச ஆவி மின்னிறக்கம்

பாதரச அணுவில் உள்ள 80 எலக்ட்ரான்களில், 2 எலெக்ட்ரான்கள் *K* கூட்டிலும், 8 எலெக்ட்ரான்கள் *L* கூட்டலும், 18 எலெக்ட்ரான்கள் *M* கூட்டிலும், 32 எலெக்ட்ரன்கள் *K* கூட்டிலும், 18 எலெக்ட்ரான்கள் *O* கூட்டிலும், இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் *P* கூட்டிலும் அமைந்துள்ளன எனவே, பாதரச அணுவின் வெளிப்புறக் கூட்டில் இரண்டு வேலென்ஸ் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இந்த இரு வேலென்ஸ் எலெக்ட்ரான்கள் வெவ்வேறு வழிகளில் கிளர்ச்சி நிலையை அடைகின்றன. இவற்றில் ஒரு சில ஒற்றை ஆற்றல் மட்டங்களாகவும். வேறு சில மூன்றன் (triplex) தொகுதி ஆற்றல் மட்டங்களாகவும் அமைந்துள்ளன. எனவே, பாதரச அணுவின் ஆற்றல் மட்டங்கள் மிகவும் சிக்கலானது. இதனுடைய முப்பட்டைக் கிளர்ந்த நிலைமட்டங்கள், சோடியத்தின் இரட்டை (double) கிளர்ந்த மட்டங்களைப்போல் வெகு அருகில் இல்லாமல், கணிசமான அளவு சிறிது தூரத்தில் விலகி உள்ளது. இந்த அணுவின் முக்கிய ஆற்றல் மட்டங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன:

(i) முதலாம் கிளர்ந்த நிலை மட்டம். 4·66, 4·86, மற்றும் 5·43 வோல்ட்டு என்ற மூன்று அளவுகளையுடையது.

(ii) இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைமட்டம். 6·67 வோல்ட்டு

(iii) மூன்றாம் கிளர்ந்த நிலைமட்டம். 7·72 வோல்ட்டு

(iv) நான்காம் கிளர்ந்த நிலைமட்டம். 8·8 வோல்ட்டு

(v) ஐந்தாம் கிளர்ந்த நிலையில் ஒற்றை (single) நிலை ஆற்றல் மட்டம் 8·83 வோல்ட்டு.

(vi) அயனியாக்கம் 10·38 வோல்ட்டு.

இந்த அணுவின் முதலாம் கிளர்ந்த நிலைமட்டத்தில் உள்ள மூன்றன் (triplet) தொகுதியில் ஒத்ததிர்வு கதிர்வீச்சு (resonance radiations) 4·86 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் உள்ள ஆற்றல் மட்டத்தில்தான் ஏற்படுகின்றது. இந்த முதலாம் கிளர்ந்த நிலையில் உள்ள மற்ற இரு ஆற்றல் மட்டங்கள் (4·66 வோல்ட்டு, 5·43 வோல்ட்டு) உறுதியற்ற சமநிலை (metastable) வாய்ந்தவைகள். அதாவது இந்த இரு மட்டங்களிலிருந்து தரைமட்டத்துக்கு வாராதவைகள். பாதரச ஆவியின் வெவ்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களும் அவற்றிற்கிணையான கதிர்வீச்சு அலைநீளங்களும் வரைபடம் 4-71-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

4·86 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் மட்டத்திலிருந்து தரைமட்டத்திற்கு வரும்பொழுது உண்டாகும் ஒத்ததிர் கதிர்வீச்சின் அலைநீளம் $= \frac{12·378}{4·86} = 2537°$ ஆ. அ. இதைத் தவிர 6·67 வோல்ட் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து தரைமட்டத்திற்கு வரும்பொழுது ஏற்படும் கதிர்வீச்சின் அலை நீளம் $\frac{12378}{6·67} = 1850°$ ஆ. அ. ஆகவே, எல்லா ஒத்ததிர்வு கதிர்வீச்சுகளும் புறஊதாப் பகுதியில் அடங்கியுள்ளன.

கண்ணுறும் பகுதியில் உள்ள கதிர்வீச்சுகள்

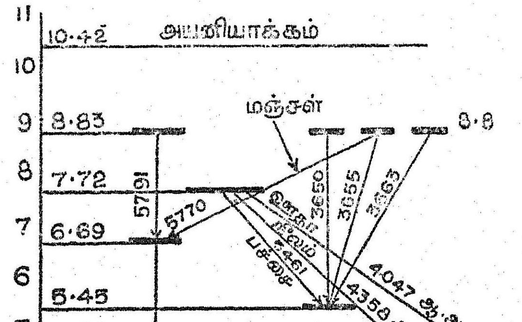
(i) 7·72 வோல்ட் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து 5·43 வோல்ட் ஆற்றல் மட்டத்திற்குத் தாவும்பொழுது உண்டாகும் கதிர்வீச்சின் அலைநீளம் $= \frac{12378}{7·72-5·43} = 5461°$ ஆ. அ. (பச்சை நிறம்).

(ii) அதேபோல் 7·72 வோல்ட் மட்டத்திலிருந்து 4·86 வோல்ட் மட்டத்தில் பாயும்பொழுது உண்டாகும் அலைநீளம் $= \frac{12378}{772-4·86}$ $= 4358°$ ஆ. அ. (நீல நிறம்).

(iii) 7·72 வோல்ட் மட்டத்திலிருந்து 4·66 வோல்ட் மட்டத்திற்குத் தாவும்பொழுது ஏற்படும் அலைநீளம். $= \frac{12378}{772-4·66} = 4047°$ ஆ. அ. (ஊதா நிறம்).

(iv) இவற்றைத் தவிர வரைபடத்தில் காட்டியபடி 5770, 5790, 5791 ஆ. அலகுகள் கொண்ட அலைநீளங்களை உடைய கதிர்வீச்சுகள் உண்டாகின்றன. இந்த அலைநீளங்களெல்லாம் மஞ்சள் நிறமானவை.

ஆகவே, கண்ணுறும் நிறமாலைக் கோடுகளில் மஞ்சள், பச்சை, நீலம், ஊதா ஆகிய வரி நிறமாலைக் கோடுகள் உள்ளன. மேலும் அலைநீளத்துக்கும், சார்பு ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறனுக்கும் (relative luminous η) உள்ள தொடர்பினை விளக்கும் வரை படத்திலிருந்து (படம் 4-71) கவனித்தால் பார்வைத்திறனின் அளவு 5461 ஆ. அலகு கொண்ட பச்சை நிறத்தில் பெருமமாக உள்ளது. அதாவது இந்த அலைநீளத்தின் ஒளிவிளக்கம் பயனுதிறன் 0 98 ஆகும். எனவே, கண்ணுறும் பகுதியில் உள்ள கதிர்வீச்சுகள், உயர்கிளர்ந்த நிலை மட்டங்களிலிருந்து தாழ் கிளர்ந்த நிலை மட்டங்களுக்குத் தாவும்பொழுது ஏற்படுகின்றனவேயொழிய, தரை மட்டங்களுக்குத் தாவும்பொழுது ஏற்படுவதில்லை. இதனால் இந்த



படம் 4-71.

அலைநீளத்துக்கும் சார்பு ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறனுக்கும் உள்ள தொடர்பு

விளக்கின் பயனுறுதிறன் குறைவு. மேலும் தாழ் அழுத்த பாதரச மின்னிறக்க விளக்குகளின் மூலம் கிடைக்கும் வரி நிறமாலைகள்

அனுபவ வாயிலாகப் பார்க்கும்பொழுது மறுப்புக்கிடமானவை. இவற்றினைத்தவிர்க்கக்கீழ்க்கண்ட முறைகளைக் கடைப்பிடிக்கலாம்.

(i) குழாயின் உட்புறப்பகுதிகளில் ஒளிர்தல் பொடியினைத் தடவலாம்.

(ii) ஆவியின் அழுத்தத்தை அதிகரிக்கலாம்.

(iii) கலப்பு ஆவிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

(v) தாழ் அழுத்தமுள்ள பாதரசமினனிறக்க விளக்குகளுடன் வெப்பநிலைக் கதிர்வீச்சுகள் கொண்ட அமைப்பினைப் பயன்படுத்தலாம்.

4-8-7. ஒளிர்தல் (Luminescence)

கதிர்கள் அனைத்தும் உட்கவரப்படும் கரும்பொருள் போன்ற பொருள்களைத் தவிர, மற்ற எல்லாப் பொருள்களும் அவற்றின் மீது விழும் ஒளிக்கதிர்களைப் பிரதிபலிக்கச் செய்கின்றன. ஒளி ஒரு பொருளின் மீது படும்பொழுது, அப்பொருளின் வண்ணத்திற்கேற்றவாறு, படும் ஒளியின் ஒரு பகுதி மட்டும் உட்கவரப்பட்டு, எஞ்சிய பகுதி பிரதிபலிக்கப்படுகின்றது. ஆகவே, பொருள்களின் நிறத்திற்கேற்ப, படுகதிரின் சில அலைநீளங்கள் உட்கவரப்படுவதால், அப்பொருள்களின்மீது பட்டு வெளிவரும் ஒளியின் வண்ணமும் மாறுபடுகிறது. இந்தப் பிரதிபலிப்புப் பொதுவிதி சில பொருள்களுக்கு உகந்ததாய் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாக புறஊதா ஒளி சில பொருள்களின்மீது பட்டு வெளிவருகையில், அதன் அலைநீளம் அதிகமாகிறது. அதாவது கதிர்வீச்சின் அலைநீளம், படுகதிரின் அலைநீளத்தைவிட அதிகமாகிறது. இத்தகைய மின் வெளியீடு நிகழ்ச்சியினையே (re-emission phenomenon) ஒளிர்தல் (luminescence) என்பர். இந்த ஒளிர்தல், தன்னொளிர்தல் (fluorescence), நின்றொளிர்தல் (phosphorescence) என இரு வகைப்படும்.

உட்சென்ற புற ஊதாக் கதிர், கண்ணுறும் ஒளிக்கதிராக வெளிவரும் விளைவுக்குத் தன்னொளிர்தல் (fluorescence) என்ற பெயர் தரப்பட்டது. உட்செல்லும் ஒளி, நிறுத்தப்பட்டவுடன் ஒளிர்தலும் உடனே நின்று விடுகிறது [(எ-டு) ஒளிரும் பொடிகள் தடவப்பட்ட டெலிவிஷன் கருவியின் திரையின்மீது எலெக்ட்ரான் கற்றை விழும்பொழுது அது ஒளிர்கின்றது]. அதேபோல் எக்ஸ் கதிர் சில பசைகளின்மீது விழும்பொழுது கண்ணுறும் ஒளியாக ஒளிரும்.

4-8-8. நின்றொளிர்தல்

நின்றொளிர்தல் என்பது அதன் பெயருக்கேற்ப, கிரகிக்கப்பட்ட கதிர் அலைநீள உயர்வுடன் வெளிச் செல்லும். ஒளி நின்ற பிறகு வெகுநேரம் கதிர் வெளிவிடுவதாகும். கிளர்ச்சி உண்டு பண்ணும் ஒளிநின்ற பிறகும் பல நிமிடங்களுக்கு இவ்வொளிர்தல் தொடர்ந்து நடைபெறலாம். [(எ-டு) துத்தநாக சல்பைடு (zinc sulphide), கேல்சியம் டங்ஸ்டேட் (calcium tungstate) முதலிய பொருள்கள் வெகு சிறிதளவு வெள்ளி, மக்னீசியம் உப்புகளைக் கொண்டிருந்தால், சிறிது நேரம் சூரிய ஒளியிலோ, விளக்கு ஒளியிலோ வைக்கப் பட்டு, இருட்டறைக்குள் எடுத்துச் செல்லப்பட்டால், பல நிமிடங்கள் வெகு பிரகாசமாய் ஒளிரும்.]

மின்னிறக்க விளக்குகளில், கதிர் ஃபோட்டான்கள் (photons) எலெக்ட்ரானுடன் மோதிச் சிறிது ஆற்றலை இழப்பதால் இவ்வலை நீள மாற்றம் ஏற்படுகின்றது. ஃபோட்டான் என்பது கிளர்வுற்ற நிலையில் உள்ள அணுவாகும். ஆகவே, ஃபோட்டானின் ஆற்றல் ஓர் அணுவின் வெளிக்கூட்டிலுள்ள கிளர்வுற்ற எலெக்ட்ரான், தாம் ஏற்றுக் கொண்ட அதிகமான ஆற்றலுக்குச் சமம். எடுத்துக்காட்டாக ஒத்ததிர்வுக்-கதிர் வீச்சு-ஃபோட்டானின் ஆற்றல், முதலாம் கிளர்ந்த நிலையில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றலுக்குச் சமம். ஒத்ததிர்வுக்-கதிர் வீச்சு-ஃபோட்டான், தன்னொளிரும் பொருளின் மின் நடுநிலை அணுவுடன் (neutral atom of fluorescent material) மோதினால், ஃபோட்டான் தான் பெற்றிருந்த மிகு ஆற்றலைத் தன்னொளிர்ப் பொருளுக்குத் தந்து விட்டு மறைந்து விடும். தன்னொளிரும் பொருளின் நடுநிலை அணு, இந்த மிகு ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை ஏற்றுக் கொண்டு, அதிக அலை நீளங்களையுடைய ஒளி ஆற்றலாக வெளி விடுகின்றது. தன்னொளிரும்பொருள் ஏற்றுக் கொண்ட ஆற்றல் E எனக் கொள்வோமானால், தன்னொளிர்ப் பொருளுக்குப் படு கதிர் வீச்சாக இருக்கும் ஃபோட்டானின் அலை நீளம் $= \frac{12378}{E}$ ஆகும். $\propto E$ என்பது மீண்டு வெளிவிடும் ஆற்றல் என்று கொண்டால், மின்-வெளிவிடும் கதிர் வீச்சின் அலை நீளம் $= \frac{12378}{\propto E}$. இதில் $\propto$ என்பது 1-க்குக் குறைந்த மதிப்பினையுடையது. ஏனெனில், மின் வெளிப்படும் ஆற்றல், (re-emitted energy) படு ஆற்றலின் (incident energy) அளவை விடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

தாழ் அழுத்த விளக்குகளில் பயன்படுத்தப்படும் ஒளிரும் பொருள்களை ஃபாஸ்ஃபார்கள் (phosphors) என்று வழங்குவர்.

அட்டவணை 4-22.

வரிசை எண் (Sl.No.)	ஃபாஸ்ஃபார் (Phosphor)	கிளர்வுள்ள அலை நீள வரிசை (Exciting Range)	உணர்வு நுட்ப உச்சம் (Sensitivity Peak)	வெளிவிடு அலை நீளத்தின் உச்ச அளவு (Emitted peak Wave length)	விளக்கின் நிறம் (Lamp Colour)
1.	கேல்சியம் டங்ஸ்டேட் (Calcium Tungstate)	2200 3000	2720	4400	நீலம்
2.	கேல்சியம் சிலிகேட் (Calcium Silicate)	2200—3000	2537	6100	ஆரஞ்சு
3.	மக்னீசியம் டங்ஸ்டேட் (Magnesium Tungstate)	2200—3200	2850	4800	வெண்ணீலம்
4.	கேட்மியம் போரேட் (Cadmium Borate)	2200—3600	2500	6150	இளஞ்சிவப்பு (pink)
5.	கேட்மியம் சிலிகேட் (Cadmium Silicate)	2200—3200	2400	5950	இளஞ்சிவப்பு-மஞ்சள்
6.	துத்தநாக சிலிகேட் (Zinc Silicate)	2200—2960	2587	5250	பச்சை
7.	கேல்சியம் ஃபாஸ்ஃபேட் (Calcium Phosphate)	2200—3600	3130	6500	கடும் சிவப்பு (deep red)
8.	கேல்சியம் ஆலோ ஃபாஸ்ஃபேட் (Calcium halo-Phosphtae)	1800—3200	2500	5800	வெண்மை

அட்டவணை 4-22-ல் பல்வேறு நிறங்களைப் பெறுவதற்குப் பயன் படுத்தப்படும் ஃபாஸ்ஃபார்கள் என்னும் தன்னொளிரும் பொடிகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. பாதரச ஒளிர் விளக்கின் உட்பாகத்தில் மேற்குறித்த வெவ்வேறு ஃபாஸ்ஃபார்கள் தடவப்பட்டுள்ளன. இவைகள் பாதரச ஒத்ததிர்வுக் கதிர்வீச்சினால் கிளர்ச்சியடை கின்றன. அதாவது பாதரச மின்னிறக்கத்தில் வெகு வேகமாக வெளிவிடப்படும் புற ஊதாக் கதிரை அவை உட்கிரகித்து, நமக்குப் பயன்தரும் கண்ணுறு ஒளியாக வெளிவிடுகின்றன. மேலும் ஃபாஸ்ஃபார்களைத் தகுந்த அளவில் கலந்து வெவ்வேறு நிற விளக்குகளைப் பெறலாம்.

தொழிலியலில் பயன்படுத்தப்படும் ஃபாஸ்பார்களில் செயல் ஊக்கி (activator) என்ற அயற்பொருள் கலக்கப்பட்டு உள்ளது. மின் வெளியீட்டுக் கதிர்வீச்சில், தேவையான நிறமாலைப் பரவல் (spectral distribution) கிடைக்கும் பொருட்டு, இந்தக் கலப்புப் பொருளினைச் சேர்க்கின்றனர். வெவ்வேறு நிறத்திற்குப் பயன் படுத்தப்படும் செயல் ஊக்கிகள் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4-23.

செயல் ஊக்கிகள் (Activators)	தன்னொளிர்தலில் கிடைக்கும் வண்ணம்
1. வெள்ளி	நீளம்
2. தாமிரம்	பச்சை
3. பிஸ்மத் (Bismuth)	பச்சை
4. தங்கம் (Gold)	வெண்ணீலம்
5. மாங்கனீசு (Manganese)	கடும் மஞ்சள்
6. தாமிரம் + வெள்ளி	வெண்மை நிற நீலம் (அல்லது) பச்சை

4-8-9. வரி நிறமாலையும் தொடர் நிறமாலையும் (Line spectrum and Continuous spectrum)

ஒரு மூலக்கூறு ஒளியை உட்கவர்ந்தால், அது மிக ஆற்றல் குறைந்த நிலையிலிருந்து மிகை அளவு ஆற்றல் நிலையை அடை

கிறது. மூலக்கூறில் ஓர் அணுமட்டும் இருந்தால் உட்கவரப்பட்ட ஆற்றல் அதனுடைய எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றலைக் கூடுதலாக்க மட்டுமே முடியும். இதனால் இந்த அணு ஒரு தாழ்ந்த நிலையில் இருந்து (ground state) ஒரு கிளர்வுற்ற நிலைக்கு (excited state) மாறும். மூலக்கூறில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணுக்கள் இருக்குமாயின், எலெக்ட்ரான் ஆற்றல், சுழல்வு ஆற்றல் (rotational), அதிர்வு ஆற்றல் (vibrational) ஆகியவற்றின் அளவின் மாற்றத்தைக் கவரப்பட்ட ஒளி ஏற்படுத்தும். எலெக்ட்ரான் ஆற்றலின் மாற்றத்தின் அளவு, மற்ற இரண்டின் மாற்றத்தைவிட அதிகமாக இருப்பதால், ஒளி கவர்தல் ஏற்படுவது கட்புலனாகும் ஒளி, அல்லது புறஊதா ஒளி ஆகிய மட்டங்களில் நடைபெறுகிறது. . சுழல்வு, அதிர்வு ஆகிய ஆற்றல்களில் ஏற்படும் மாற்றத்தினால் ஏற்படும் உட்கவர்தல் முறையே தொலைவு அகச்சிவப்பு (far infra red), அண்மை அகச்சிவப்பு (near infra red) ஆகிய பகுதியில் நடைபெறுகிறது,

ஒளியை உட்கவர்ந்த மூலக்கூறு மிகையான ஆற்றலைப் பெறுகின்றது எனப் பார்த்தோம். எலெக்ட்ரான்கள் எப்பொழுதும் சில குறிப்பிட்ட எலெக்ட்ரான் மண்டலங்களிலே அடைவதால், இந்த மிகையான ஆற்றலின் மதிப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவினதாகவே இருக்கும். ஆகவே, ஒரு மூலக்கூறு உட்கவரும் அல்லது வெளிவிடும் ஆற்றலின் அளவு குறிப்பிட்ட அளவுடையதாகவே இருக்கும். இந்த அளவுகள் அவற்றிற்கென அமைந்த கோடுகளாக நிற நிறலில் (spectrum) தோன்றும். சிக்கலான அமைப்பு கொண்ட மூலக்கூறுகளில், மிகப் பல கிளர்வுற்ற நிலைகள் ஏற்படுவதால் கோடுகளெல்லாம் நெருங்கி இருக்க நேரிடும். இதனால் கவரப்படும் ஒளியானது நிற நிரலில் பட்டையாகத் (band) தோன்றும். ஆகவே, அணுக்கள் மூலக்கூறுகள் கிளர்ச்சியடைந்து கதிர் வீச்சினால் உலோகக்கட்டி போன்ற திடப்பொருள்களைச் சூடாக்கினால், இப் பொருள்களிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சில் பெரும்பகுதி கண்ணுக்குப் புலனாகாத தன்மையுடையதாக இருக்கின்றது. இந்த திடப்பொருள்களை எரி ஒளிர்வு (incandescence) நிலைக்கு வெப்பமூட்டினால் பார்வைக்குப் புலனாகும் பகுதிகளில் தொடர்ச்சியாக இருக்கும் ஒரு நிறமாலையை வெளிவிடுகின்றன. திடப்பொருள்களில் அணுக்கள் மிகவும் நெருக்கமாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளதால், எலெக்ட்ரான் அலைவுகள் தன்னிச்சையாக இயங்குவதற்குத் தடையாயுள்ளன. எனவே, ஒரு சூடான பொருள் கண்ணுறும் பகுதியில் உள்ள தொடர் நிறமாலையைப் (continuous spectrum) பெற்றுள்ளது. அதாவது எல்லா நிற ஒளியினை வெளிவிடுகின்றது. ஆனால், அந் நிறங்களின் ஒற்றுமை வீதப்பாடுகள்

வெப்பநிலையைப் பொறுத்து இருக்கின்றன. திடப்பொருள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு சூடாக இருக்கின்றதோ அவ்வளக்கவ்வளவு சிவப்பு நிறம் குறைந்து காணப்படும்.

அறை சூடேமானி (room heater) 750°C வெப்பநிலையில் வேலை செய்கிறது. இது மங்கலான சிவப்பு நிறத்தைத் தருகிறது. கதிர் வீச்சுகள் பெரும்பாலும் சிவப்பு அல்லது அகச் சிவப்புப் பகுதியிலேயே இருக்கும். எனவே, அவற்றின் அலை நீளம் நீண்டிருக்கும். மின்னிழை விளக்கினை எடுத்துக் கொண்டால், அதன் வெப்பநிலை 2300°C. இது அடர்த்தியான வெண்மை ஒளியைத் தருகிறது. அதே போல் கரி வில் விளக்கு 3500°C வெப்பநிலையில் வேலை செய்கிறது. இது நீல நிறத்தைக் கொடுக்கிறது. எனவே, வெப்பநிலை உயர உயர ஒளி அலை நீளம் குறைந்து காணப்படும். அதாவது சிவப்பு நிறம் குறைந்து காணப்படும். அதனுடைய பயனுறு திறனும் அதிகரிக்கின்றது.

4-8-9-1. கரும் பொருளின் ஆற்றல் பரப்பீடு

ஒரு பொருளுக்குப் பிரதிபலிக்கும் சக்தியே இன்றி, அதன் மீது விழும் கதிர்கள் அனைத்தும் உட்கவரப்படுமாயின், அப் பொருள் ஒரு முழுமை பெற்ற கரும் பொருள் (perfectly black body) ஆகும். இத்தகைய கரும் பொருளைச் சூடேற்றி வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வைத்து, அதிலிருந்து வெப்ப ஆற்றலைத் திருத்தமாக அளந்து, 1884 ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீஃபனும் (Stefan) போல்ட்ஸ்மனும் (Boltzmann) ஒரு முக்கியமான விதியைக் கண்டு பிடித்தனர். அதாவது "ஒரு கரும் பொருளின் ஒரு சதுர செ மீ-லிருந்து ஒரு வினாடியில் வெளிவிடப்படும் வெப்பத்தின் மொத்த அளவு அப் பொருளின் வெப்பநிலையின் நான்காம் மடிக்கு (4th power) நேர் விகிதத்தில் உள்ளது" என்று கண்டுபிடித்தனர். இதற்கு "ஸ்டீஃபனின் நான்காம் மடி விதி" (Stefan's fourth law) என்று பெயர். கரும் பொருளின் வெப்ப நிலை $T°K$ என்றும், அதன் ஒரு சதுர செமீ பரப்பிலிருந்து ஒரு வினாடியில் வீசப்படும் வெப்ப ஆற்றல் R என்றும் வைத்துக் கொண்டால்

$$R = \sigma T^4$$

இதில்

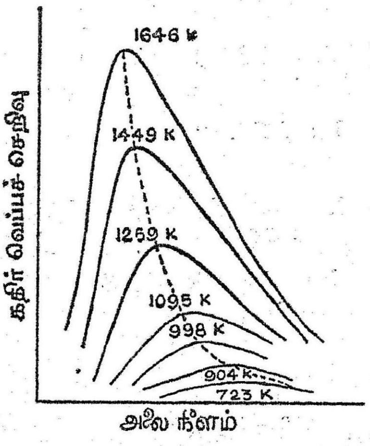
$$\sigma = 5{\cdot}67 \times 10^{-12} \text{ வாட்/செ.மீ.}^2 [K°]^4$$
$$= 1{\cdot}374 \times 10^{-12} \text{ கேலரி/செமீ.}^2 [K°]^4. \quad \ldots \quad (4\text{-}87)$$

ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை உயர்த்தப்படும் பொழுது அதனால்

கொடுக்கப்படும் வீசு வெப்பத்தின் வெவ்வேறு அலை நீளங்களி லுள்ள ஆற்றல் செறிவு மாறும். வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் வெவ்வேறு அலை நீளங்களில் வீசு வெப்பத்தின் ஆற்றல் செறிவு களை அளந்து வரைபடங்களில் குறிக்கலாம். இவ்வாறு வரையப் படும் கோடுகள் படம் 4-72-ல் காட்டியவாறிருக்கும். இந்தக் கோடு களிலிருந்து இரண்டு உண்மைகள் தெளிவாகும்.

1. வெப்ப நிலை உயரும் பொழுது ஒவ்வோர் அலை நீளத்திற்கு மான கதிர் வீச்சுத்திறன் அதிகமாகிறது.

2. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீள வெப்பக்கதிர் பெரும் ஆற்றல் செறிவைக் கொண்டிருக்கிறது.



படம் 4-72.
வெவ்வேறு அலை நீளங்களில் வெப்பத்தின் ஆற்றல் செறிவுகள்

ஆற்றல் பரப்பீட்டைப் பற்றிக் கீழ்க்கண்ட விதிகள் வெவ்வேறு விஞ்ஞானிகளால் தெரிவிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன :

(i) வியன் இடப்பெயர்ச்சி விதி (Wien's displacement law)

$$\lambda_m T = \text{மாறிலி} \qquad \ldots \quad (4\text{-}88)$$

இங்கு λ_m = பெரும் ஆற்றலைக் கொண்டுள்ள வெப்பக் கதிரின் அலைநீளம்.

T = தனி வெப்ப நிலை

(ii) வியன் ஐந்து மடி விதி (Wien's fifth power law)

$$E_m = K T^5 \qquad \ldots \quad (4\text{-}89)$$

இங்கு E_m = பெரும் வீசு வெப்பச் செறிவு
K = மாறிலி
T = தனி வெப்பநிலை

(iii) வியன் பரப்பீட்டு வாய்பாடு (Wien's Distribution Formula)

$$E\lambda = C_1 \lambda^{-5} e^{-c^2/\lambda T} \quad \ldots \quad (4\text{-}90)$$

இங்கு

$E\lambda$ = λ அலை நீளத்தைக் கொண்ட வீசு வெப்பக் கதிரின் ஆற்றல் செறிவு:

C_1, C_2 = மாறிலிகள்
T = தனி வெப்பநிலை

(iv) ராலே—ஜீன்ஸ் பரப்பீட்டு வாய்பாடு
(Raleigh—Jean's d stribution formula)

$$E\lambda = 8\pi K T \lambda^{-4} \quad \ldots \quad (4\text{-}91)$$

இங்கு

$E\lambda$ = λ அலை நீளத்தைக் கொண்ட வீசு வெப்பக் கதிரின் ஆற்றறல் செறிவு

K = போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி
T = தனி வெப்பநிலை

(v) ப்ளான்க் பரப்பீட்டு வாய்பாடு (Planck's distribution Formula)

$$E\lambda = \frac{8\pi h C \lambda^{-5}}{\left[e^{\frac{hC}{K\lambda T}} - 1\right]} \quad \ldots \quad (4\text{-}92)$$

$E\lambda$ = λ அலை நீளத்தைக் கொண்ட வீசு வெப்பக் கதிரின் ஆறறல் செறிவு.

h = பிளான்க் மாறிலி
C = மின் காந்த அலையின் திசைவேகம்
K = போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி
T = தனி வெப்பநிலை

மேலே கூறப்பட்டுள்ள பரப்பீட்டு வாய்பாடுகளில் பிளான்க் (Planck) வாய்பாடு சிறந்தது. இது குவாண்டம் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

4-9. செயற்கை ஒளித் தோற்றுவாய்கள்

மின் முறையில் உண்டாகும் ஒளியினை மூவகைப்படுத்தலாம். அவைகளாவன :

(i) வெப்ப நிலை எரி ஒளிர்வு (அல்லது) வெண்சுடர் (Temperature incandescence)

வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குமிழினுள் (bulb) வைக்கப் பட்ட உயர் மின் தடை கொண்ட மின் கடத்தும் மெல்லிய கம்பி யின் வழியாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் இக் கம்பி எரி ஒளிர்வு (incandescent) அளவிற்கு வெப்ப மூட்டப்பட்டு ஒளி வீசுகிறது.

(ii) மின் வில் சுடர் (Arc source)

தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இரு கரித் துண்டுகளினூடே மின் னோட்டம் பாயும் பொழுது, அவற்றிற்கிடையே சிறு இடைவெளி உண்டாகுமாறு பிரித்தால் ஒரு பிரகாசமான ஒளிவிளக்கமுள்ள (luminous) வில் சுடர் (arc) தோன்றுகிறது.

(iii) மின்னிறக்கக் குழாய்கள் (Discharge tubes)

சில குறிப்பிட்ட வாயுக்களும் உலோக ஆவிகளும் அடர்த்தி குறைந்த நிலையில் கண்ணாடிக் குமிழினுள் வைக்கப்பட்ட இரு மின் வாய்களுக்குக் குறுக்கே உயர்ந்த மின்னழுத்தத்தைக்கொடுத்தால், பிரகாசமானி ஒளி உமிழப்படுகின்றது. இந்தத் தத்துவத்தில் இவ் விளக்குகள் இயங்குகின்றன. ஒளியின் வண்ணம் அந்த வாயுவின் தன்மையைப் பொறுத்தது.

4-9-1. எரி ஒளிர்வு விளக்குகள் (Incandescent lamps)

இந்த விளக்குகளில் உள்ள மின்னிழை உயர் மின் தடை கொண்ட உலோகக் கம்பியினால் ஆனது. 1840-ல் கிரோவும் டிமோலின்ஸூம் (Grove and De Moleyns) மின்னிழை விளக்கு களில் நேர்த்தியான பிளாட்டின இழையைப் பயன் படுத்தினர். இந்த இழையினை வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குமிழினுள் வைத்து மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் அந்த இழையின் வெப்ப நிலை எரி ஒளிர்வு அளவிற்கு உயர்த்தப்படுகிறது. ஆகவே, இந்த வகை விளக்கினை 'வெண் சுடர் விளக்கு' என்றும் சொல்வர். பிளாட் டினம் தாழ்ந்த உருகு நிலையையும் நொறுங்கிவிடும் தன்மையையும் கொண்ட காரணத்தினால், இந்தப் பிளாட்டின இழைக்குப் பதிலாகக் கரியிழைகள் 1879-ல் தாமஸ் ஆல்வா எடிசனால் (Thomas Alva

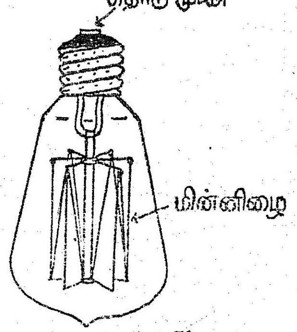
Edison) பயன்படுத்தப்பட்டன. கரியின் உருகுநிலை 3400°C ஆக இருந்தபோதிலும், 1800°C-க்கு மேல் வெப்பப்படுத்த முடியாது. ஏனெனில், 1800°C-க்கு மேல் கரி ஆவியாகிவிடும் தன்மையினைக் கொண்டது. எனவே, கரி விளக்கினைக் குறைந்த வெப்பநிலையில் இயக்குவதால் தேவையான வத்தித்திறன் அளவு ஒளியினைப் பெற அதிகமான மின்னாற்றலினைச் செலவழிக்க வேண்டியதாகிறது. ஆகவே, இதன் பயனுறுதிறன் மிகக் குறைவு. ஒரு வத்தித் திறனுக்குச் செலவழிக்கப்படும் மின்திறன் அளவு 3·0 வாட்களாகும். மேலும், கரி எதிர்-வெப்பநிலை குணகத்தினை (negative temperature co-efficient) உடையது. அதாவது கரியின் மின்தடை, வெப்பநிலை உயர உயரக் குறையுமென்பதே. கரி விளக்கு எரியும்பொழுது உள்ள மின்தடை அதன் குளிர் மின்தடையைப்போல் 2/5 மடங்கு இருக்கும். அதனுடைய சராசரி ஆயுட்காலம் 800 மணிகளாகும். கரியிழைக்குப் பதிலாக ஆஸ்மியம் (osmium), டேன்டலம் (tantalum) போன்ற இழைகள் பிறகு தோன்றிய விஞ்ஞானிகளினால் பயனிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டன. ஆஸ்மியம் என்ற உலோகம் கிடைப்பது அரிது. மேலும், விலை உயர்ந்தது. வலுவற்றது. ஆஸ்மியத்தின் உருகுநிலை 2700°C. அதன் தாங்கும் வெப்பநிலை (running temperature) கிட்டத்தட்ட 2000°C. டேன்டலத்தின் உருகுநிலை 2900°C. தாங்கும் வெப்பநிலை 1980°C. ஆஸ்மியம், டேன்டலம் விளக்குகளின் பயனுறுதிறன் 5 லூமென்/வாட்.

தற்காலத்தில் செய்யப்படும் மின்விளக்குகளில் டங்க்ஸ்டன் (tungsten) இழை பயன்படுத்தப்படுகின்றது. டங்கஸ்டனின் உருகுநிலை ஏறத்தாழ 3350°C. தாங்கும் வெப்பநிலை 2000°C. இது உயர்ந்த தன்தடை எண்ணை (specific resistance) உடையது. இது நேரிடையான வெப்பநிலை குணகத்தினைக் (positive temperature co-efficient) கொண்டது. தாங்கும் வெப்பநிலையில் இதன் மின்தடை குளிர் மின்தடையைப்போல் 12 முதல் 15 மடங்கு வரை இருக்கும். டங்கஸ்டன் குளிர்ந்து இருக்கும்போது அதன் தன்தடை-எண் 6 மைக்ரோ ஓம்-செமீ. அது எரியும்பொழுது உள்ள தன்தடை-எண் சுமார் 70 மைக்ரோ ஓம்-செமீ. கரி விளக்கின் ஆவி அழுத்தத்தினை (vapour pressure) ஒப்பு நோக்க இதன் ஆவி அழுத்தம் குறைவு. மேலும், டங்கஸ்டன் இழைகள் அதிர்வுகளைத் தாங்கும் வலிமை கொண்டவை. இதன் வெப்பநிலை குணகம் (temperature co-efficient) 0·0051. இதனுடைய ஒளி விளக்கப் பயனுறுதிறன் சுமார் 9 லூமென்/வாட் ஆகும். எனவே, டங்கஸ்டன் இழை உலோக இழைகளிலேயே மிகச் சிறந்தது. டங்கஸ்டன் இழை விளக்குகள் இரு வகைப்படும். ஒன்று

வெற்றிட வகை விளக்கு (vacuum-tube); மற்றொன்று வாயு நிரப்பப்பட்ட விளக்கு (gas filled lamp). தொடக்கக் காலத்தில் வெற்றிட வகை மின்விளக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது.

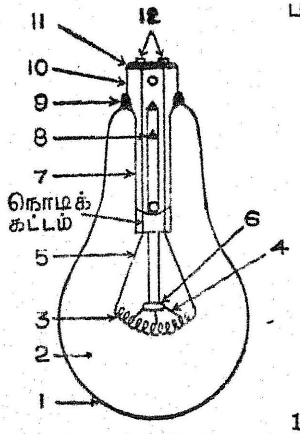
4-9-1-1. வெற்றிட வகை விளக்கு

இந்த வெற்றிட வகை விளக்கில் நேர்நிலை டங்ஸ்டன் இழை (straight filament) ஒழுங்கற்ற வடிவில் (zig-zag) ஒரு வெற்றிட வகைக் கண்ணாடிக் குமிழினுக்குள் படம் 4-73-ல் காட்டிய படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். உயர் மின் தடை கொண்ட இந்த டங்கஸ்டன் கம்பி வழியாக தேவையான அளவு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் இந்த, மின்னிழை சூடாக்கப் பட்டு எரி ஒளிர்வு அல்லது வெண் சுடர் அளவு வெப்பநிலைக்கு (2000°C) உயர்ந்து ஒளியினை வீசுகிறது. மின்னிழை இந்த வெண்சுடர் அளவுக்குச் சூடாக்கப்படும்பொழுது, மின் இழை ஆக்ஸி கரணமடையாமல் தடுப்பதற்கும், வெப்பச் சலனத்தினால் வெப்ப இழப்பு ஏற்படாமல் தவிர்ப்பதற்கும் வெற்றிடம் தேவை. 230 வோல்ட்டு மின்னழுத்தத்தில் இயங்கும் 15 வாட்கள், 25 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட விளக்குகள் வெற்றிட வகையினைச் சார்ந்தவை. இந்த வகை விளக்குகளில் உள்ள வெற்றிடம் மின்னிழை ஆக்ஸிகரண மடையாமல் தடுத்தாலும், இந்த டங்கஸ்டன் இழை உயர் வெப்பநிலையில் ஆவியாகாமல் இருப்பதற்கு அனுகூலமாக இல்லை. அதாவது டங்கஸ்டன் இழை அது தாங்கும் வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடாக்கப் பட்டால் மெதுவாக ஆவியாக்கப்பட்டுக் குமிழினுள் குளிர்ப் பகுதிகளில் படிந்து கருமையாகிவிடும். மேலும், இழை சிறுத்து இறுதியில் அறுந்து போகும். இதன் காரணமாக வெற்றிட விளக்குகள் அவை தாங்கும் வெப்பநிலைக்குள் (அதாவது 2000°C-க்குள்) கட்டுப்படுத்த வேண்டும். இதனால் ஒளிவிளக்கத்தின் பயனுறு திறனும் குறைகிறது. இழை ஆவியாகும் விதம் அதனைச் சூழந்துள்ள வளி-அழுத்தத்தைப் பொறுத்தது. சுமார் 10.15% நைட்ரஜன், 90-85% ஆர்கான் என்ற விகிதத்தில் இந்த மந்த வாயுக்களைக் (inert gases) கலந்து வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குமிழினுள் நிரப்புவதன் மூலம் மேற்கூறிய குறைகள் நீக்கப்படுகின்றன. இந்த மந்தவாயுக் கலவையில் உள்ள நைட்ரஜன் மின்



படம் 4-73.
வெற்றிட வகை விளக்கு

கம்பித்தளைகளிடையே (lead-in-wires) சுடர்வில் ஏற்படாமல் தடுக்கிறது. இந்த மந்த வாயுக் கலவை உயர் வெப்ப நிலையில் இழையினை ஆவியாகாமல் தடுத்து நிறுத்துவதுடன், அதனுடைய ஆயுட் தன்மையை நீடிக்கச் செய்கிறது. அதோடு மட்டுமல்லாமல் டங்க்ஸ்டன் இழையினை அது தாங்கும் வெப்பநிலைக்கு மேல் இயக்குவிக்கச் செய்கின்றது. ஒளிவிளக்கத்தின் பயனுறு திறனை அதிகமாக்குகிறது. அதாவது வாயு நிரப்பப் பெற்ற விளக்குகளில் உள்ள இழைகள் ஆவியாகச் செய்யும் (volatalises) நிலைக்கு வராமல் சுமார் 2500°C வரை சூடாக்கலாம். மாறாக, மந்த வாயுவினை நிரப்புவதால், வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம் ஆகிய வழிகளில் வெப்ப இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்தக் குறையை நீக்க டங்கஸ்டன் இழைகளைச் சிறு சுருள்கள் வடிவத்தில் [படம் 4-74(ஆ)] மிக நெருக்கமாக இருக்கும்படி சுற்றுவர். இதனால் டங்கஸ்டன் இழைச் சுருளின் இடப்பரப்பும் சிறுமமாகிறது (minimum space). மேலும், இழைச் சுற்றுகள் (turns) வெகு அருகில் இருக்கும்



படம் 4-74(அ)
வாயு நிரப்பப்பட்ட மின் இழை விளக்கு
(Gas filled filament lamp)

படம் 4-74 (அ)

1. குமிழ் (Bulb)
2. வாயு (Gas)
3. மின் இழை (Filament)
4. கம்பித் தாங்கி (Support wire)
5. மின் கம்பித் தளைகள் (Lead-in-wires)
6. பொத்தான் (Button)
7. கண்ணாடிக் குழாய்த் தண்டு (Stem tube)
8. காற்றினை வெளியேற்றும் குழாய் (Exhaust tube)
9. ஒட்டும் சாந்து (Fixing cement)
10. பித்தளை மூடி (Brass cap)
11. கண்ணாடி மின் காப்பு (Glass insulator)
12. தொடுமுனைகள் (Contacts)

படி சுற்றப்படுவதால் ஒவ்வொரு சுற்றிலும் ஏற்படும் வெப்பம் அதன் அருகில் உள்ள சுற்றுகளை வெம்மையாக இருக்கும்படி செய்கிறது. ஆகவே, இத்தகைய இழைச் சுருள் விளக்குகளின் (coiled filament lamp) ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறன் அதிகம். மேலும், டங்கஸ்டன் இழையினைப் படம் 4-74(இ)-ல் காட்டியபடி சுருள் மேல் சுருளாகச் (coiled coil) சுற்றுவதன் மூலம் அதிக ஒளி

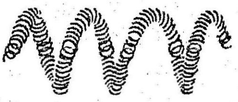
யினைப் பெறலாம். எடுத்துக் காட்டாக 40 வாட் சுருள் மேல் சுருள் இழை விளக்கின் (coiled coil filament lamp) மூலம் 20 சதவீத அதிக ஒளியினையும், 100 வாட் சுருள் மேல் சுருள் இழை விளக்கினால் 10 சதவீத அதிக ஒளியினையும் பெற முடிகிறது. 100 வாட்களுக்கு மேலான மின்திறன் வாய்ந்த விளக்குகளுக்குப் பொதுவாக ஒற்றைச் சுருள் இழைகள் (single coiled filaments) கொண்ட விளக்குகளையே பயன்படுத்துவர்.

4-9-1-2. வாயு நிரப்பப்பட்ட மின்னிழை விளக்கின் அமைப்பு

வாயு நிரப்பப்பட்ட மின் இழை விளக்கின் அமைப்புப் படம் 4-74 (அ)-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

சுருள் வடிவ இழை

படம் 4-74 (ஆ)



சுருள்மேல் சுருள் வடிவ இழை

படம் 4-74 (இ)

1 குமிழ் (Bulb) : மின் இழை, மந்தவாயு நிரப்பப்பட்ட வளியழுத்தத்தில், உயர் வெப்பநிலையில் இயங்கும் பொழுது, கருகிச் சிதைவுறாமல் இருக்கும் பொருட்டு, இது கண்ணாடிக் குமிழினால் மூடப்பட்டிருக்கும். பொதுப்பணி ஒளியூட்டங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குகளின் குமிழ் மிருதுவான கண்ணாடியினால் (soft glass) ஆனது. மழை அல்லது மூடுபனி ஆகியவற்றினால் பாதிக்கப்படும் இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குகளின் குமிழ் கடினமான வெப்பத்தடைக் கண்ணாடியினால் (hard, heat resistance glass) மின்னிழை ஒளியினைப் பரவி விரவச் செய்யும் பொருட்டு, கண்ணாடிக் குமிழின் உட்புறம் சொர சொரப்பாக்கப் பட்டிருக்கும். சிலவகை விளக்குகளில், குமிழினுள் உட்புறம் வெண்மையான சிலிகாவினால் (white silica) பூசப் பட்டிருக்கும். இதற்கு அர்ஜென்டா நிறைவு (Argenta finish) என்பர். இதன் மூலம் அதிகமான ஒளிப்பரவல் கிடைக்கும். துல்லியமான ஒளிக் கட்டுப்பாடு தேவைப்படும். ஒளியியல் முறைப் (optical system) பணிகளுக்குப் பளிங்கு போன்ற தெளிவான குமிழ் (clear bulb) தேவை,

2. வாயு (gas) : பெரும்பாலும் எல்லா விளக்குகளிலும் நைட்ரஜன் வாயுவும் ஆர்கான் வாயுவும் கலந்த கலவையினையே பயன்படுத்தப்படுகிறது. முன்பு குறிப்பிட்டபடி மின்னிழை விரைவில் ஆவியாகாமலிருப்பதற்கும், உயர் வெப்பநிலை இயக்கத்தினைப் பெறுவதற்கும், இந்த மந்தவாயுக் கலவை அவசியம். ஆர்கான் வாயுவினை மட்

டும் பயன் படுத்தினால் மின் கம்பித் தலைகளுக்கிடையே (lead-in-wires) சுடர்வில் (arc) ஏற்பட ஏதுவாகும். அதனைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு சுமார் 10 முதல் 15 சதவீத அளவு நைட்ரஜன் இந்த மந்த வாயுக் கலவையில் அடங்கியிருக்கும். சிறப்புப் பணிகளுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குகளில் கிரிப்டான் (krypton) மந்த வாயு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

3. மின்னிழை (Filament) : மின்னிழை டங்ஸ்டன் கம்பியினால் ஆனது. மின்னிழை நேர்நிலை (straight), ஒற்றைச் சுருள் (single coil), சுருள்மேல் சுருள் (coiled coil) என்று மூவகைப்படும். விளக்கின் மின்திறன், மின்னழுத்தம் ஆகியவற்றினைப் பொறுத்து, மின்னிழைக் கம்பியின் விட்டம் மாறுபடும். தலைமயிர் கனமுடைய கம்பியின் விட்டம் 60 மைக்ரான் (1 micron $= \frac{1}{1000}$ m. m). 10 மைக்ரான் அளவு விட்டமுடைய டங்ஸ்டன் கம்பியிழைகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எனினும், 0·2 ஆம்பியர் மின்னோட்டத் திட்ட வரையுடைய டங்ஸ்டன் இழையின் விட்டம் மிகச் சிறியதாய் இருப்பதால், வாயு நிரப்பப்பட்ட விளக்குகளில் பயன்படுத்தினால் எவ்வித அனுகூலமுமில்லை. ஆகவேதான், 220 வோல்ட்டு மின்னழுத்தத்தில் இயங்கும் 40 வாட்கள் மின்திறனுக்குக் குறைந்த விளக்குகள் வெற்றிட வகையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

4. கம்பித்தாங்கிகள் (Support wires) : மின்னிழையினைத் தாங்கிப் பிடித்திருக்கும் பொருட்டு, மாலிப்டினத்தினால் (molybdenum) ஆன கம்பிகள் உள்ளன. வெப்ப இழப்புகளைக் குறைக்கும் பொருட்டு, மாலிப்டினக் கம்பிகளின் எண்ணிக்கை சிறுமமாக இருக்கவேண்டும்.

5. மின் கம்பித் தலைகள் (Lead-in-wires): மின்னோட்டம் தொடு முனைகளிலிருந்து, மின்னிழையினை வந்தடையும் பொருட்டு மின்கம்பித் தலைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவைகள் மூன்று பகுதிகளாக உள்ளன. மின்னிழையிலிருந்து கண்ணாடித்தண்டு நெருக்கம் (stem press) வரை நிக்கலினாலானது. கண்ணாடி நொடிக் கட்டத்தில் (glass pinch) தனிப்பட்ட உலோகக் கலவையினால் (தாமிரம், இரும்பு, நிக்கல் சேர்ந்த கலவை) ஆனது. கண்ணாடி நொடிக்கட்டத்திலிருந்து அடித்தளம் (base) வரையில் தாமிரத்தினால் ஆனது.

6. பொத்தான் (Button) : கம்பித்தாங்கிகள் இந்த கண்ணாடிப் பொத்தானிலுள்ள நிக்கல் கம்பியுடன் நுழைக்கப்பட்டிருக்கும். இது கண்ணாடிக் குழாய்த்தண்டின் அடியில் உள்ளது.

7. கண்ணாடிக் குழாய்த்தண்டு (Stem tube): இதன் வழியாகத் தான், மின்னிழைக்குச் செல்லும் மின்கம்பித் தலைகள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. கண்ணாடி உருகியவுடன், அதன் முனை நொடிக்கப் பட்டு, காற்று இறுக்கமானதாக்கப்படுகிறது.

8. காற்றினை வெளியேற்றும் குழாய் (Exhaust tube): இதன் மூலம் காற்றினை அப்புறப்படுத்தி, மந்தவாயுவினைக் குறிப்பிட்ட அளவு வரைக்கும் நிரப்பப்படுகிறது. இது முடிந்த பிறகு கண்ணாடித்தண்டின் முனை காற்று இறுக்கமாக்கி, குமிழின் அடித்தளத்தினில் (base) பொருத்தப்படுகிறது.

9. ஒட்டும் சாந்து (Fixing cement) : ஆல்கஹால் (alcohol), சலவைக் கற்பொடி (marble dust), பைன் பிசின் (pine resin), ஷெல்லாக், சீமைச்சுண்ணாம்பு, பேக்லைட் (bakelite), கிளிப்டால் (glyptol) மாலசைட் பச்சை (malachite green) ஆகியவற்றினால் கூட்டப்பட்ட பசையே ஒட்டும் சாந்து. இது பித்தளை மூடியினை விளக்கின் அடித்தளத்தோடு நன்கு ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும்படி செய்கிறது.

10. பித்தளை மூடி (Brass cap): விளக்குக் குமிழினை, விளக்குப் பிடிப்பானுடன் (lampholder) பொருத்துவதற்கு, பித்தளையினாலான மூடி பயன்படுகிறது. மூடிகள் திருகு வகை (screw type), பாயனெட் வகை (bayonet type) என இரு வகைப்படும். பொது ஒளியூட்டம் பணிகளுக்குத் திருகு வகை மூடியினை 300வாட் வரையிலுள்ள மின்திறன் விளக்குகளுக்கும், பாயனெட் வகை 150 வாட் வரையிலுள்ள மின்திறன் விளக்குகளுக்கும் பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றிலும் உயரதர மின்திறன் விளக்குகளுக்குக் கோலியாத் (Goliath) என்னும் திருகு வகை மூடியினைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

11. கண்ணாடி மின்காப்பு (Glass insulator): மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்லும் மின்தலைக் கம்பிகளுக்கு இடையிலும், இக் கம்பிகளுக்கும் குமிழுக்கும் இடையிலும் மின்காப்பிட வேண்டியிருப்பதால் இந்த வகை மின்காப்பு தேவை.

12. தொடுமுனைகள் (Contacts) ; விளக்குக் குமிழின் மேல் மூடியிலுள்ள மின்கடத்தும் தொடுமுனைகளை, விளக்குப் பிடிப்பானில் உள்ள உலோக ஊசிகளுடன் (pins) நன்றாகப் பொருந்தியிருக்கும்படி, இம் முனைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஹாலெஜன் ஆவி சேர்க்கை (Addition of halogen vapour) உயரதர மின்திறன் கொண்ட எரிஒளிர்வு விளக்குகளில், மந்த

வாயுவுடன் சிறிது ஹாலெஜன் ஆவியும் (halogen vapour) சேர்க்கப்படுகிறது. ஹாலெஜன் ஆவி, உயர்வெப்ப நிலையால் ஆவியாக்கப்பட்ட டங்ஸ்டன் மீண்டும் மின்னிழையினை வந்தடைவதை "மீளாக்க" சுழற்சி (regenerative cycle) என்கிறோம். இதனால், மின்னிழையின் வெப்பநிலையினைச் சுமார் 3000° K-க்கு உயர்த்த முடிகிறது. ஆகவே, தற்போதைய உயர்தர மின்திறன் ஹாலெஜன் விளக்குகளின் (high wattage halogen lamps) பயனுறு திறன் 20 முதல் 25 லூமென்/வாட் வரை உள்ளது. இத்தகைய விளக்குகளில் ஆயுட்காலம் 2000 எரி-மணிகள் (burning hours) ஆகும்.

4-9-1-3. மின்னிழையின் உருவளவுகள் (Filament dimensions)

ஒரு மின்னிழையின் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலும் பயனுறுதிறத்திலும் இயங்குவதாகக் கொள்வோம். குமிழினுள் உள்ள வெற்றிடம் முழுமையானதாகக் கொண்டால், குறிப்பிட்ட காலத்தில் உற்பத்தியான வெப்ப அளவு அதே காலத்தில் வெப்பக் கதிர்வீச்சினால் இழக்கப்படுகிறது. அதாவது

ஒரு வினாடியில் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்ப அளவு = ஒரு வினாடியில் கதிர் வீச்சினால் இழக்கப்பட்ட அளவு.

$$\text{உள்ளீட்டு மின் திறன்} = I^2 R = I^2 \frac{\rho l}{a}$$

$$= \frac{I^2 \rho l}{\frac{\pi d^2}{4}} = I^2 \frac{4\rho l}{\pi d^2} \qquad \ldots \quad (4\text{-}93)$$

இதில் I என்பது இழையினூடே செல்லும் மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்)

l = இழையின் நீளம்

A = இழையின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு

d = இழையின் (வட்ட வடிவமான) விட்டம்

ρ = இழை அது தாங்கும் வெப்பநிலையின் தன் தடை எண்

இழையின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஒரு வினாடியில் கதிர் வீச்சு முறையில் வெளிப்படும் வெப்பம் அந்த இழையின் பரப்பு, கதிர் வீச்சு எண் ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும்.

$\because$ வெப்ப இழப்பு/வினாடி $\propto (\pi d \times l) \times 6$

$$I^2 \frac{(4\ Pl)}{\pi d^2} \propto \pi ld\ 6$$

அல்லது $I^2 \propto \frac{\pi dl\ 6}{4\ Pl} \times \pi d^2$ ... (4-94)

$$\propto d^3$$

$$I \propto d3/2$$

$$\propto d\ I\ 2/3 \quad \ldots \quad (4\text{-}95)$$

ஓர் உலோகத்திலான இரு மின்னிழைகள் ஒரே அளவு வெப்ப நிலையிலும் பயனுறுதிறத்திலும் வேலை செய்வதாகக் கொண்டால்.

$$\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3 \quad \ldots \quad (4\text{-}96)$$

மேலும், இந்த இரு மின்னிழைகளும் ஒரே வெப்பநிலையில் இயங்குவதால் ஓரலகு ஒளிப்பாயம் ஒன்றாகவே இருக்கும். அதாவது

லூமென் வெளிப்பாடு $\propto l_1\ d_1 \propto l_2\ d_2$

அல்லது $l_1\ d_1 = l_2\ d_2 =$ ஒரு மாறிலி.

இதில் l_1, l_2 என்பன முறையே இரு மின்னிழைகளின் நீளங்கள்.

d_1, d_2 என்பன இந்த இரு மின்னிழைகளின் விட்டங்கள்.

எடுத்துக்காட்டு 4–27.

ஓர் எரி ஒளிர்வு விளக்கின் மின்னிழையின் நீளம் 100 செமீ. அந்த இழையின் விட்டம் 0·0008 செமீ. இதே வகையான மற்றொரு விளக்கினைச் செய்து அந்த விளக்கினை முந்திய விளக்கின் மின்னழுத்தத்தில் இரு மடங்கு அளவிலும், அதனுடைய வத்தித் திறன் வெளிப்பாடு முந்தியதில் அரைபாகம் இருக்கும்படி இயங்க வைக்கத் தேவைப்படும் மின்னிழையின் சரியான உருவளவுகளைக் கணக்கிடுக. இந்தப் புதிய விளக்கும் முந்திய விளக்கினைப்போல அதே அளவு ஒளிப்பொலிவினைக் கொடுப்பதாகக் கொள்க.

(சென்னை பல்கலைக் கழகம் B. E. செப்டம்பர்' 69)

தீர்வு :

லூமென் வெளிப்பாடு $\propto$ ld என்ற தொடரினைப் பயன்படுத்தினால்.

$C.P_1 \propto l_1 d_1 \; C.P_2 \propto l_2 d_2$ ஆகும்.

ஆனால் $C.P_2 = \frac{1}{2} CP_1$

$\because l_2 d_2 = \frac{1}{2} l_1 d_1$ ... (1)

இரண்டு விளக்குகளின் உள்ளிடத்திறன் அவற்றின் வெளிபாட்டுக்குச் சமமாகக் கருதினால்.

$$C.P_1 \propto V_1 I_1 \quad CP_2 \propto V_2 I_2$$

ஆனால், $V_2 = 2V_1$

$$\frac{C.P_2}{CP_1} = \frac{V_2 I_2}{V_1 I_1} = \frac{V_2}{V_1} \times \frac{I_2}{I_1}$$

$$\frac{1}{2} = 2 \times \frac{I_2}{I_1}$$

$$I_2 = \frac{1}{4} I_1$$

மேலும் $I_1 \propto d_1^{\frac{3}{2}} \; I_2 \propto d_2^{\frac{3}{2}}$

$$\because \frac{(d_2)}{d_1}^{\frac{3}{2}} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore \quad d_2 = 0 \cdot 4 \, d_1$$

$d_2 = 0 \cdot 4 \times \cdot 0008 = 0 \cdot 00032$ செமீ.

சமன்பாடு (1)-ல் இதனை ஈடு செய்தால்.

$$\therefore \quad l_2 = \frac{1}{2} l_1 \frac{(d_1)}{d_2}$$

$$= \frac{1}{2} l_1 \frac{(\;1\;)}{0 \cdot 3968}$$

$$= 1 \cdot 26 \, l_1 = 1 \cdot 26 \times 100$$

$= 126$ செமீ.

எரி ஒளிர்வு விளக்கின் சிறப்பியல்புகள்

மின்னிழை விளக்குகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்த மானது அதனுடைய திட்டவரை மின்னழுத்த அளவுக்கு மாறு பட்டால், இந்த விளக்கின் சிறப்பியல்பு வெகுவாகப் பாதிக்கப்படு

கிறது. எடுத்துக்காட்டாக 230 வோல்ட் 100 வாட் உலோக இழை விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் மாறுபட்டால் அந்த விளக்கின் பயனுறுதிறன் செலவழிக்கப்படும் மின்னூற்றல், ஆயுட் காலம் ஆகியவை எவ்வாறு வேறுபடுகின்றன என்பதனை அட்டவணை 4-24-ல் காணலாம்.

அட்டவணை 4-24.

வோல்டு	திட்ட வரை வோல்டுகள் சத வீதம்	ஒளிவிளக்கப் பயனுறு திறன் சத வீதம்	செலவழிக்கப் படும் மின்னூற்றல் சத வீதம்	ஆயுட்காலம் (மணிகள்)
200	87	58	82	4000
210	91	69	88	3000
220	96	83	95	1800
230	100	100	100	1000
240	104	115	106	500
250	108	130	113	200
265	115	163	128	30

மேற்கூறிய அட்டவணையிலிருந்து நாம் அறிந்து கொள்வது என்னவென்றால், விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் அதனுடைய திட்டவரை வோல்ட்டுக்குக் கீழிருந்தால், அதன் ஆயுட்காலம் நீடிக்கும். ஆனால், அதன் ஒளிவிளக்கப் பயனுறுதிறன் வெகுவாகக் குறைகிறது. ஆகவே, விளக்குகள் மங்கலாகவே எரிகின்றன. மாறாக விளக்கின் மின்னழுத்தம் சிறிது அதிகரித்தால் அதன் ஒளி விளக்கப் பயனுறுதிறன் அதிகமாகிறது. அதாவது பிரகாசமான ஒளியுடன் எரிகிறது. ஆனால், அதன் ஆயுட்காலம் வெகுவாக பாதிக்கப்பட்டு மிகவும் குறைந்து விடுகிறது. விளக்கின் ஆயுட் காலத்திற்கும் அவ்விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை அடுத்துவரும் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறலாம்.

(i) $L = Lr \left(\frac{Vr}{V}\right) n.$ ... (4-97)

இதில் L என்பது விளக்கின் ஆயுட்காலம் (மணிகள்)

Lr என்பது விளக்கின் திட்டவரையான ஆயுட் காலம் (மணிகள்)

V என்பது விளக்கு எரியும் பொழுது கொடுககப்படும் மின்னழுத்தம் (applied voltage)

Vr என்பது விளக்கின் திட்டவரை அல்லது இயல்பான மின்னழுத்தம் (rated or nominal voltage)

வெற்றிடவகை விளக்குகளுக்கு 'n'-ன் மதிப்பு 13 ஆகவும், வாயு நிரம்பிய விளக்குகளுக்கு n-ன் மதிப்பு 14 ஆகவும் கொள்ளலாம். அதே போல் விளக்கின் மற்ற சிறப்பியல்புகளையும் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின் மூலம் பெறலாம். தோராயமான அளவே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

(ii) $\frac{\text{ஒளிப்பாய்வு (luminous flux)}}{\text{இயல்பான (nominal) ஒளிப்பாய்வு}} = \left(\frac{V}{Vr}\right)^{3 \cdot 55}$ ... (4-98)

(iii) $\frac{\text{வாட்டேஜ் (wattage)}}{\text{இயல்பான வாட்டேஜ்}} = \left(\frac{V}{Vr}\right)^{1 \cdot 55}$ ... (4-99)

(iv) $\frac{\text{ஒளி விளக்கப் பயனுறு திறன் (luminous efficiency)}}{\text{இயல்பான ஒளி விளக்கப் பயனுறு திறன்}} = \left(\frac{V}{Vr}\right)^{2}$ ... (4-100)

எனவே, மின்னிழை விளக்குகள் மின்னழுத்த மாறுபாட்டால் எளிதில் பாதிக்கப்படுவதினால் மின்னழுத்த மாறுபாட்டு அளவினை அதன் திட்டவரை வோல்ட்டுக்கு, $\pm$ 6% வரம்புக்குள் இருக்கும்படி *I.E.E.* அளவுக் குறிப்பில் (specification) நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது. (*I.E. Rule* 5-1).

மாதிரி 4-28.

110 வோல்டு, 60 வாட் திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கின் 220 வோல்ட்டு மின் கருவியுடன் இணைக்க வேண்டி மற்றொரு 110

வோல்ட்டு 100 வாட் திறன் கொண்ட விளக்குடன் தொடர் நிலையில் (series) இருக்கும் விளக்குடன் அமைத்தால் அந்த அமைப்பு நிறையுள்ளதாக (satisfaction) இருக்குமா? ஒரு வெளிப்பாடு (light output) அந்த விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் நான்கு மடிக்கு நேர் விகிதத்திலிருப்பதாகக் கொண்டால், அந்த விளக்குகளின் ஒளி வெளிப்பாடுகளின் விகிதத்தைக் காண்க. மின்னிழையின் தடை மாறுநிலையிலிருப்பதாகக் கற்பித்துக் கொள்க.

தீர்வு :

60 வாட் விளக்கின் மின்தடை $R_A = \frac{110 \times 110}{60} = 201\frac{2}{3}$ ஓம்கள்

100 வாட் விளக்கின் மின்தடை $R_B = \frac{110 \times 100}{100} = 121$ ஓம்கள்

இரு விளக்குகளின் மொத்த மின் தடை

$$= 201\tfrac{2}{3} + 121 = 322\tfrac{2}{3} \text{ ஓம்கள்}$$

தொடர் வரிசையில் இந்த இரு விளக்குகளைச் சேர்த்து 220 வோல்டு மின் தருவியின் குறுக்கே இணைத்தால் இந்த விளக்குகளினூடே செல்லும் மின்னோட்டம்

$$I = \frac{220}{322\frac{2}{3}} = \frac{15}{22} \text{ ஆம்பியர்}$$

60W விளக்கில் ஏற்படும் மின்னழுத்தச் சரிவு

$$= \frac{201\frac{2}{3}}{322\frac{2}{3}} \times 220 = 137{\cdot}5 \text{ வோல்ட்டு.}$$

∴ 100W விளக்கில் ஏற்படும் மின்னழுத்தச் சரிவு

$$= 220 - 137{\cdot}5 = 82{\cdot}5 \text{ வோல்ட்டு.}$$

ஆகவே 60W விளக்கின் வத்தித்திறன்

$$= \left(\frac{137{\cdot}5}{110}\right)^4 \times \text{ திட்டவரை வத்தித்திறன்}$$

= 2·4 மடங்கு திட்டவரை வத்தித்திறன். இது மிகப் பிரகாசமாக எரிந்து விரைவில் அழிந்து விடும்.

100W விளக்கின் வத்தித்திறன்

$$= \left(\frac{825}{110}\right)^4 \times \text{ திட்டவரை வத்தித் திறன்.}$$

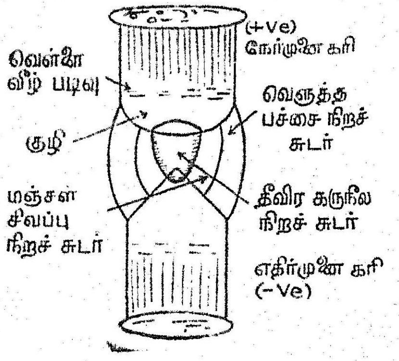
$$= 0{\cdot}3164 \text{ மடங்கு திட்டவரை வத்தித்திறன்.}$$

எனவே, இந்த விளக்கு மங்கலாக எரியும். *I.E.S.* விதி பிரிவு 54-ன் படி ஒவ்வொரு விளக்குக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் குறிப்பிட்ட திட்டவரை வரம்புக்கு மேல் $\pm 6\%$ வரை அனுமதிக்கலாம். அதற்கு மேலிருந்தால், திருப்திகரமற்ற (unsatisfactory) அமைப்பாகும்.

4.9-2. மின் வில் சுடர் விளக்கு

மின் வில் விளக்குகள் பிரகாசமான ஒளியை வழங்கும் ஒளித் தோற்றுவாயாக கரி விளக்குகள் விளங்குகின்றன. இதனை சர் அம்பிரி டேவி (Sir Humphry Davy) என்பவர் முதலில் அமைத்தார்.

இரு கனமான கரித் துண்டுகளை அதன் முனைகள் இரண்டு முதலில் தொடுமாறு வைத்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த வேண்டும். மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது இக் கரித் துண்டுகளுக்கிடையே சிறு இடைவெளி இருக்குமாறு பிரிக்கப்படும்பொழுது அவற்றிற்கிடையேயுள்ள வாயுக்களின் வழியாக நிகழும் மின்னிழப்பினால் பிரகாசமான ஒளி விளக்கமுள்ள வில் (arc) துண்டுகளிடையே மற்றதற்கு மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் பாதையாக இச் சுவாலை அமைகிறது. ஒரு மின் வில்லின் வெப்பநிலை சுமார் 3500C வரை இருக்கும். இவ்வளவு அதிக வெப்பநிலையில் உபயோக அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று வெகு சுலபமாக மோதி ஒன்றையொன்று அயனிக்கச் செய்கின்றன. பிறகு அயனிக்கப்பட்ட அணுக்கள் எலெக்ட்ரான்களைக் கைப்பற்றித் தமது இயல்பு நிலைக்கு வருகையில் வெவ்வேறு ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு விழுவதால் அத் தனிமத்தின் நிறமாலை முழுவதும் வெளியிடப்படுகிறது.



படம் 4-75
மின்வில் சுடர்விளக்கு

முதலில் பயன் படுத்தப் பட்ட விளக்குகளில் வில் கடினமாக இரு கரித்துண்டுகளிடையே படம் 4-75-ல் காட்டியபடி தோன்றும். கரி ஆவியின் வில் உண்டாகும் பகுதி மையத்தில் இருக்கும். இந்த மையப் பகுதியைச் சூழ்ந்து ஆரஞ்சு சிவப்பு நிற சுவாலைச் சுடரில் தான் கரி எரிகின்றது. இதனைச் சுற்றி வெளுத்த பச்சை நிறச் சுடரொளி உள்ளது. நேர் மின் முனையில் உள்ள எரி ஒளிர்வு நிலையில் உள்ள குழிதான் (crater) ஒளியின் தலையாய தோற்று

வாயாகும். நேர்மின் துண்டின் வெப்பநிலை 4000C. ஆகும். நேர் மின் முனையில் யுள்ள குழியின் வெப்ப நிலை 3500'C எதிர் மின் முனையின் வெப்ப நிலை 2500°C. நேர் மின் முனையில் உள்ள குழிப் பகுதி தான் வெண் சுடர்ப் பகுதியாகும். வில் கொடுக்கும் ஒளியில் சுமார் 85% ஒளி இந்த வெண்சுடர்ப் பகுதியாகக் குழி கொடுக்கிறது. கரித்துண்டுகள் படிப்படியாகத் தேய்ந்து விடுவதால் அவற்றின் முனைகள் அருகருகே இருக்குமாறு அடிக்கடி கையினுலேயோ அல்லது தாமாகவோ தானே இயங்குகிறவாறு சரி செய்தல் வேண்டும். இதன் ஒளிவிளக்கம் பயனுறுதிறன் ஏறக்குறைய 1·4 வாட்கள்/சராசரி கோண வத்தித்திறன் இருக்கும். இந்த வில் எதிரிடை வோல்டு–ஆம்பியர் சிறப்பியல்பினைப் பெற்றிருப்பதால் மின்னேட்டத்தை நிலைப்படுத்தும் பொருள் (ballast) தேவை. நேர் மின்னேட்ட வில்லுக்கு மின் தடை நிலைப்படுத்தியும் (resistance ballast), மாறுதிசை மின்னேட்ட வில்லுக்கு மின் தூண்டு எதிர் வினைப்பு நிலைப்படுத்தியும் (induction reactance ballast) தேவை.

30 ஆம்பியர் 55 வோல்டுகள் கொண்ட நேர் மின்னேட்ட கரி வில்கள் குறைந்த ஒளிச் செறிவுக்குப் போதுமானது. கரித்துண்டின் நுனிக்குழியில் கால்சியம் உப்பு போன்ற வேதியச் சுடர் பொருள்களைச் (flame materials) சேர்ப்பதன்மூலம் வெள்ளொளி என்னும் மிகப் பிரகாசமான ஒளியினை உண்டாக்கலாம். சுடர்வில்லின் பயனுறுதிறன் ஏறக்குறைய 30 லூமென்/வாட் ஆகும்.

கரித்தண்டின் உருவளவினை அதிகமாக்கியும், நேர்முனையில் சுடர்பொருளின் அளவினை அதிகமாகச் சேர்த்தும், மின்னேட்ட அடர்த்தியினை உயர்த்தியும் உயர் ஒளிச்செறிவு கொண்ட வில்லினைப் பெறலாம்.

திரைக் காட்சியைக் காட்டும் கருவிக்குத் (cine projector) தேவைப்படும் எரியும் விளக்குகளாக (projection lantern) கரிவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், ஒளித் தோற்றுவாய் மிகச் சிறியதாக இருக்க வேண்டிய இடங்களில் கரிவிளக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது. வில் உலை (arc furnace), பற்றவைப்பு (welding) ஆகியவற்றில் கரிவில்லின் அதிக வெப்பம் பயன்படுத்தப் படுகின்றது.

4-9-3. மின்னிறக்க விளக்குகள் (Discharge lamps)

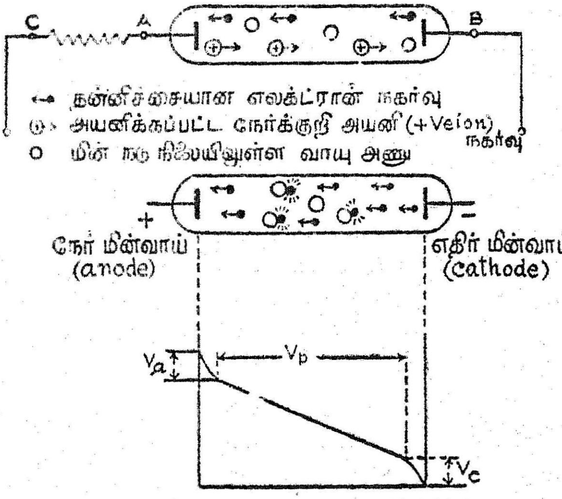
உயர் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட வலுவான ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக் கொள்வோம். மின், குறைந்த அழுத்தங்களில்

உள்ள சில வாயுவினை இக்குழாயினுள் நிரப்பி அக் குழாயின் இரு முனைகளையும் மூட வேண்டும். இந்தக் குழாயின் இரு முனைகளிலும் A , B என்ற இரு மின்வாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

படம் 4-76 (அ)

படம் 4-76 (ஆ)

படம் 4-76 (இ)



படம் 4-76.

மின்னிறக்க விளக்கின் அயனியாக்க நிகழ்ச்சி

(Ionisation process in a discharge lamp)

படம் 4-76 (அ)-ல், உள்ள மின்னிறக்கக் குழாயில், எலெக்ட்ரான்கள், வாயு அணுக்கள், அயனிகள் ஆகியவை அடங்கியுள்ளன.

படம் 4-76 (ஆ)-ல், எலக்ட்ரான்கள் வாயு அணுக்களின் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களுடன் மோதி அவற்றைக் கிளர்வுறச் செய்து, ஒளியை உமிழ வைக்கின்றன.

படம் 4-76 (இ)-ல், மின்னிறக்கத்தின்போது ஏற்படும் மின் வில் சுடர் ஒரு நேர்க்குறி ஒளித்தூண் (positive light column) ஆகும்.

V_a—நேர்மின்வாய் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

V_p—நேர்க்குறி ஒளித்தூண்

V_c—எதிர்மின்வாய் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

எல்லா வாயுக்களும் மின்கடத்தாப் பொருள்களாதலால் மின்வாய்களுக்கிடையே குறைவான மின்னழுத்தம் கொடுத்தால்,

அவற்றிற்கிடையே மின்னோட்டம் இராது. இந்த மின்னழுத்தத்தைப் படிப்படியாக உயர்த்திக் கொண்டே வந்தால் கண்ணாடிக் குழாயிலுள்ள வாயு மின் நிலைப்புத் தகைவுக்கு (electro static stress) உட்படுகிறது. மின்வாய்களுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தம் அகமானால், குழாயிலுள்ள வாயு இந்த உயர்மின் நிலைப்புத் தகைவுக்குத் தாங்க முடியாமல் முறிந்துவிடுகிறது. ஆகவே, மின்வாயுக்களிடையே வில் மின்னிறக்கம் (arc discharge) ஏற்படுகிறது. இந்த உய்ய மின்னழுத்தத்தில்தான் (critical potential), வாயு மூலக்கூறுகள் அயனியாக்கம் பெற்று நேர்மின் அயனிகளையும் எலெக்ட்ரான்களையும் உருவாக்குகின்றன. நேர்மின் அயனிகள் எதிர்மின் வாயால் ஈர்க்கப்பட்டு எதிர் மின்வாயை நோக்கி விரைகின்றன. இதனால் வேக வளர்ச்சி பெற்ற நேர்மின் அயனிகள் எதிர்மின் வாயைத் தாக்கி மிகப் பல எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடச் செய்கின்றன. இங்ஙனம் வெளிவிடப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின் வாயின் தீவிர மின் புலத்தினால் முடுக்கம் பெற்று, வாயு-மூலக்கூறுகளுடன் மோதி, அவற்றைக் கிளர்வடையச் செய்கின்றன. கிளர்ந்த நிலையில் ஏற்படும் எலெக்ட்ரான்களின் அலைவுகளே (oscillations) மின்காந்த கதிர்வீச்சுகளாக வெளிவிடப்படுகின்றன. இவற்றில் கட்புலனாகும் கதிர்வீச்சுகளே ஒளியாகக் காட்சியளிக்கின்றன. வாயுவின் எதிர்த்து நிற்கும் தன்மை முறிந்து அதனூடே மின்னிறக்கம் ஏற்படும் பொழுது, நேர்மின் வாய்க்கும் எதிர் மின் வாய்க்கும் இடையே மின்வில் உண்டாகிறது. இதனை நேர்க்குறி ஒளித்தூண் (positive light column) என்பர். அயனிக்கப்பட்ட வாயு ஒரு நல்ல மின் கடத்தியாக விளங்குகிறது.

ஆகவே, தாழ் அழுத்தத்தில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குழாயினுள் நிரப்பி வைக்கப்பட்ட வாயுவின் வழியாக மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது வாயு அயனியாக்கம் பெறுவதுடன், வாயு அணுக்களின் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்வுற்று ஒளியை உமிழுகின்றன. இந்தத் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு எல்லா மின்னிறக்க விளக்குகளும் இயங்குகின்றன.

மின்னிறக்க விளக்குகளை இருவகைப்படுத்தலாம். ஒன்று நேரடி வகை. மற்றொன்று மறைமுக வகை. மின்னிறக்க விளக்குகளில் சில குறிப்பிட்ட வாயு அல்லது ஆவியினூடே மின்னிறக்கம் நிலை நிறுத்தப்பட்டால், அவை பிரகாசமான ஒளியை நேரடி வகையில் தருகின்றன. அதாவது இவை வெளிவிடப்படும் ஒளியின் அலைவெண்கள் காணும் பகுதியில் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: சோடிய ஆவி விளக்கு, பாதரச ஆவி விளக்கு, நியான் விளக்கு. சில வாயுக்களில் மின்னிறக்கம் நிகழும்பொழுது

கண்காணுப் புற ஊதாக் கதிர்கள் உண்டாகின்றன. மின்னிறக்கக் குழாயின் உள் மேற் பரப்பின்மீது கால்சியம் டங்ஸ்டேட் (calcium tungstate) போன்ற ஒளிர்பொருள்களைப் (phosphor) பூச்சிடுவதனுல் இவை புற ஊதாக் கதிரை உட்கிரகித்து நமக்குப் பயன் தரும் கண்ணுறு ஒளியாக வெளிவிடுகின்றன. கண்ணுடிக்குழாயின் உட்புறத்தில் பூசப்படும் ஒளிரும் பொடியைப் பொறுத்து ஒளியின் வண்ணம் மாற்றப்படுகிறது. ஆனுல், முந்தியதில் ஒளியின் வண்ணம் அந்த வாயுவின் தன்மையைப் பொறுத்தது. தன்னொளிர்வு விளக்கு (fluorescent lamp) மறைமுக வகைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும். வெவ்வேறு ஒளிர்பொருள்கள், வெவ்வேறு கிளர்ந்த அலைவெண்களைப் பெற்றிருப்பதால், அவை வேறுபட்ட ஒளி நிறங்களைப் பெற முடிகிறது. கீழே உள்ள அட்டவணையில் வெவ்வேறு ஒளிநிற விளக்குகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் பூச்சுமான ஒளிர்பொருள்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4-25.

ஒளிர் பொருள்கள் (Phosphors)	விளக்கின் நிறம் (Lamp colour)	கிளர்வு அலை வெண் வரிசை (Exciting range) ஆ. அ	வெளிப்படும் அலை நீளம் ஆ. அ.
1. கேல்சியம் டங்ஸ்டேட்	நீலம்	2200–3000	4400
2. துத்தநாக சிலிகேட்	பச்சை	2200–2960	5250
3. கேட்மியம் போரேட்	இளஞ் சிவப்பு (Pink)	2200–3600	6150
4. கேட்மியம் சிலிகேட்	மஞ்சளுடன் கூடிய இளஞ்சிவப்பு	2200–3200	5950

மின் பொருண்மைச் சுருள் அல்லது நிலைப்படுத்தும் தடை (Choke or ballast resistance)

பொதுவாக வாயு நிரப்பப்பட்ட எல்லா மின்னிறக்க விளக்குகளின் மின் சுற்று வழியில் (circuit) தொடர் நிலையில் மின் பொருண்மைச் சுருளினை இணைப்பர். இந்த மின் பொருண்மைச்

சுருள் மின்னிறக்கக் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்ட அளவினைக் குறைத்துக் காப்பு வரம்புக்குட்படுத்துகிறது, அயனிக்கப்பட்ட வாயுவின் மின்தடை மிகக் குறைவு. மேலும், இது எதிரிடையான மின்தடை (negative resistance) சிறப்பியல்பினையுடையது. அதாவது அயனிக்கப்பட்ட வாயுவினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு அதிகரித்துக் கொண்டே சென்றால், இந்த வாயுவின் மின்தடையும் குறைந்து கொண்டே வரும் என்பதே. ஆனால், உலோக மின்னிழை விளக்கில் வெப்பநிலை அதிகரித்தால், அந்த இழையின் மின்தடை அதிகரிக்கும். அயனிக்கப்பட்ட வாயுவின் தன்மை இதற்கு மாறாக அமைந்துள்ளது. மின்னிறக்கக் குழாயின் குறுக்கே உள்ள வில் மின்னழுத்தம் (arc voltage) எப்போதும் நிலையானது. இந்த மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும் மின்தோற்று வாயையும் மின்னழுத்தத்தையும் சார்ந்ததல்ல. ஆகவே, மின்னிறக்கக் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்ட அளவினைக் கட்டுப்படுத்தும் பொருட்டு மின் பொருண்மைச் சுருள் (choke) அல்லது, நிலைப்படுத்தும் மின்தடை தேவைப்படுகிறது.

நிலைப்படுத்தும் மின்தடை (Ballast resistance)

தன்னொளிர்வு விளக்குகளை நேர் மின்னோட்டச் சுற்றதருடன் இணைத்துத் தகுந்த நிலைப்படுத்தும் மின்தடைமூலம் இயங்க வைக்கலாம். 40 வாட்கள் தன் ஒளிர்வு விளக்குகளை நேர்மின்னோட்டச் சுற்று வழியில் பயன்படுவதற்கு மின் பொருண்மைச் சுருளுடன் தேவைப்படும் நிலைநிறுத்தும்-மின் தடையின் அளவு 240 வோல்ட்டுக்கு 290 ஓமும், 220 வோல்ட்டுக்கு 260 ஓமும், 240 வோல்ட்டுக்கு 320 ஓமும் ஆகும். இந்த அமைப்பில் இயங்கும் விளக்குச் சிறிது காலத்திற்குப் பிறகு விளக்கின் ஒரு முனையில் மற்றொரு முனையைவிடச் சிறிது குறைந்து காணப்படும். பாதரச உருண்டைத்துகள் ஒரு முனையிலேயே குவிந்திருப்பதே இதற்குக் காரணம். இருமுனை இரட்டை வீச்சு இணைப்பியைக் (douple pole double throw switch) கொண்டு முனைமையை (polarity) மாற்றுவதன்மூலம் இக் குறையை நிவர்த்திக்கலாம். நிலைப்படுத்தும் தடை (ballast resistance) ஆகியவை இல்லையென்றால், குழாயினுள் மின்னோட்டம் அதிகரித்து அக் குழாயினை எரித்து அழித்துவிடும்.

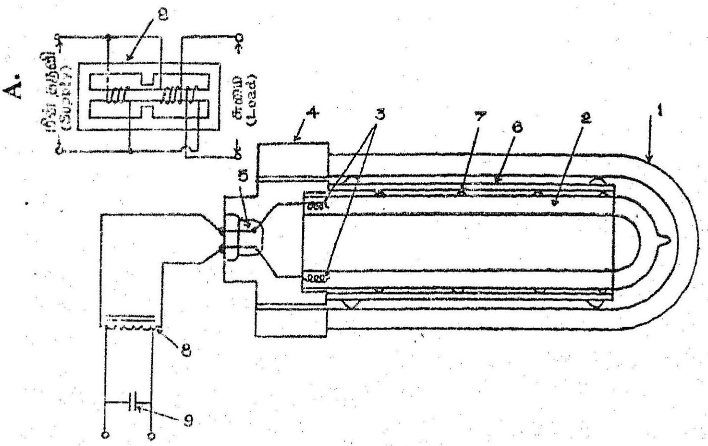
நேர்மின்னோட்டச் சுற்றுவழி நிலைப்படுத்தும் மின்தடை (ballast resistance) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக 123 மீட்டர் நீளம், 230 வோல்ட்டு, 40 வாட் மின்திறன் கொண்ட விளக்கினை இயங்க வைக்கத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தம் 110 வோல்டு என்றால், மிகுதி 120 வோல்ட்டு மின்னழுத்த

வீழ்ச்சியினை நிலைப்படுத்தும் மின் தடையான திட்டவரை (rating) விளக்கு இயங்கத் தேவைப்படும் மின்னோட்ட வலிமையினைத் தாங்கக் கூடியதாய் இருக்கவேண்டும். இந்த அமைப்பில் மின்னாற்றல் வீணாக்கப்படுகிறது. ஆகவே, மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்று வழியில் இரும்பு உள்ளகம் கொண்ட மின் பொருண்மைச் சுருளினைப் பயன்படுத்துவர். மின் பொருண்மைச் சுருளினால் வீணாக்கப்படும் மின்னாற்றலின் அளவு நிலைப்படுத்தும் மின் தடையில் வீணாகும் மின்னாற்றலோடு ஒப்புநோக்க மிகக் குறைவு. மேலும், இந்த அமைப்பினால் விளக்கு விட்டுவிட்டு ஒளிவீசும் (flicker) தன்மை குறைகிறது. ஒரு தொடக்கியின் (starter) மூலம் மின்னோட்டைத்தைத் தடை செய்து உயர் மின்னழுத்தத்தைக் குழாயின் குறுக்கே ஒரு கணநேரம் கொடுப்பதற்காக இந்த மின் பொருண்மைச் சுருள் தேவைப்படுகிறது. இங்ஙனம் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் இதன் பயன் அவசியமாகிறது. ஆனால், நேர்மின்னோட்டச் சுற்றுவழியில் இந்தப் பொருண்மைச்சுருளுடன் மின் தடையையும் இணைக்க வேண்டியுள்ளது.

4-9-3-1. சோடிய ஆவி விளக்கு (Sodium Vapour Lamp)

அமைப்பு (Construction): இயக்க நிலையில் சோடிய ஆவியின் வளி அழுத்தம் (vapour pressure) சுமார் 0·01 மி.மீ பாதரசம் (0·01 m m of mercury). இந்தக் குறைந்த வளியழுத்தத்தினால் ஒரு கன செ.மீ அளவுள்ள மின்னிறக்க இடைவெளியில் அடங்கும் மின்னூட்டத்துகள்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவு. ஆகவே, ஒளியாற்றல்/க.செ.மீ அளவும் குறைவாக இருக்கும் இதனால் சுடர்வில்லின் ஒளிப்பொலிவும் குறைந்த அளவாய் உள்ளது (சுமார் 9 கேண்டலா/செ.மீ) மொத்த ஒளிப்பாய்வின் லூமென் வெளிப்பாடு (lumen output), ஒளிப்பொலிவு, சிலிண்டர் வடிவ வில்லின் மேற்பரப்பு ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமம். ஒளிப்பொலிவு மிகக் குறைவாயிருக்கும்பொழுது, தேவையான லூமென் வெளிப்பாட்டினைப் பெற, சிலிண்டர் வடிவ வில்லின் மேற்புறப் பகுதியின் பரப்பினை அதிகரிக்க வேண்டும். இதனை, அதிக விட்டமுடைய குறைவான நீளமுடைய வில்லின் மூலமும், குறைந்த விட்டமும் அதிக நீளமுமுடைய வில்லின் மூலமாகவும் பெறலாம். ஆனால், இயக்க மின்னோட்டம், வில்லின் குறுக்களவினைப் பொறுத்துள்ளது. கொடுக்கப்பட்ட படித்தர மின்னழுத்தத்தில் இயக்கப்படும் மின்னிறக்க விளக்குகளின் இயக்க மின்னோட்டம் சிறுமமாக இருக்கவேண்டும். ஆகவே, தேவையான ஒளிவிளக்கத்தினைப் பெற சோடிய மின்னிறக்கக் குழாயின் நீளத்தை அதிகரிக்க வேண்டியுள்ளது. நெருக்கமாக வைப்ப

தற்காக, மின்னிறக்கக் குழாய் 'U' வடிவத்தில் வளைக்கப் பட்டுள்ளது (படம் 4-77). சோடிய ஆவி சாதாரணக் கண்ணாடி யினைத் தாக்கிக் கருமையாக்கிவிடும் (blackened). எனவே, இந்த மின்னிறக்கக்குழாய்த் தனிச்சிறப்பு வாய்ந்த கடினமான கண்ணாடிக்



படம் 4-77.

A. சோடிய ஆவி விளக்கில் பயன்படுத்தப்படும் ஒற்றைச் சுருள் மின்மாற்றி

1. இரட்டைச்சுவர் வெற்றிடக்குழாய் (Double walled vacuum envelope)
2. 'U' வடிவ மின்னிறக்கக் குழாய் ('U' Shaped discharge tube)
3. மின்வாய்கள் (Electrodes)
4. விளக்கின் அடிப்பாகம் (Lamp base)
5. மின் கம்பித்தலை (Lead-in-wire)
6. மின்னிறக்கக் குழாய் தாங்கி (Support for discharge tube)
7. சோடியப் பரவலுக்கான சிறுகுழி (Dimples for distribution of sodium)
8. ஒற்றைச் சுருள் மின்மாற்றி (Auto transformer)
9 முன்னேற்பி (Condenser)

சோடிய ஆவி விளக்கு
(Sodium-Vapour Lamp)

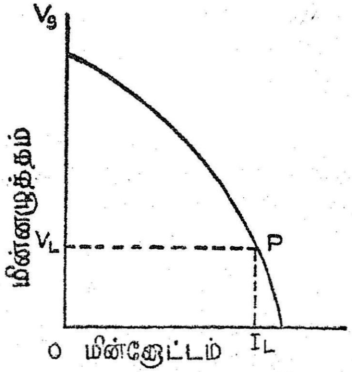
குழாயினால் ஆனது. இக் குழாயின் உட்புறம் சோடிய ஆவியின் தாக்குதலைத் தடுக்கும் திறன் வாய்ந்த கண்ணாடியால் உள்வரிப் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் மின்னிறக்கக் குழாயின் இரு

முனைகளிலும் உள்ள மின்வாய்கள், குறைந்த வெப்ப நிலையில் எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் ஆக்சைடினால் பூச்சிடப்பட்டுள்ளன. 'U' வடிவக் குழாயின் உட்புறத்தில், தாழ் அழுத்தத்தில் நியான் வாயுவும், சோடியமும் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். இயல்பான வளியழுத்த வெப்பநிலையில் சோடியம் திடப்பொருளாகவும், இயங்கும் வெப்ப நிலையில் ஆவியாகவும் இருக்கும்படி இக் குழாய்ச் சுவர்கள் அமைக் கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆவியாக்கப்பட்ட சோடியம் உறைந்து விடாமல் இருக்க, மின்னிறக்க விளக்கு செயல்படும் வெப்ப நிலையிலே நிலைத்திருக்க வேண்டும். மேலும் விளக்கின் பயனுறு திறன், அது செயல்படும் வெப்பநிலையினைப் பொறுத்தது. பெரிதும் உகந்த வெப்பநிலை சுமார் 220°C ஆகும். இந்த வெப்பநிலை யிலிருந்து சிறிது மாறினாலும், விளக்கின் ஒளி உணர்வு நுட்பம் மிகையாகப் பாதிக்கப்படும். விளக்கின் வெப்பநிலை, அது செயல் படும் வெப்பநிலையினைக் காட்டிலும் அதிகமானால், பாய்ந்து சென்று மோதும் எலக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் அதிகரித்து, வாயு அணுக்களை மிகுதியாகக் கிளர்வுறச் செய்து, இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலைக்கு உயர்த்தும். இரண்டாம் கிளர்ந்த நிலையில்

$$\text{ஒளிக்கதிர் வீச்சுகளின் அலைநீளம்} = \frac{12,378}{3 \cdot 61} = 3420^\circ \text{ ஆ. அ.}$$

இவைகள் கட்புலனாகாத புற ஊதாப் பகுதியில் அடங்கியுள்ளன. மாறாக இந்த விளக்கு செயல்படும் வெப்பநிலைக்குக்கீழ் குறைந் திருந்தால், சோடியம் ஆவியான நிலையில் இராது. ஆகவே, இந்த விளக்கின் வெப்பநிலையினை அது செயல்படும் வெப்பநிலை வரம்புக் குள் கட்டுப்படுத்தும் பொருட்டு, மின்னிறக்கக் குழாயினை, இரட் டைச் சுவருடைய வெற்றிடக் குழாயினால் (double-walled vacuum envelope) மூடப்பட்டுள்ளது. மின்னிறக்கக் குழாய் தாங்கி, உட் புறக் குழாயினை அதன் இருப்பிடத்தில் நிலையாக இருக்கச் செய் கிறது. இந்த அமைப்பில் தொடக்க மின்வாய் இல்லாததினால், கணநேர தொடக்க மின்னழுத்தம் சுமார் 440 வோல்ட்டு அளவில் தேவைப்படுகிறது. ஆரம்பத்தில் இந்த உயர் மின்னழுத்தத்தினைப் பெற ஒற்றைச் சுருள் மின் மாற்றி தேவைப் படுகிறது. தொடக்க மின்னழுத்தம் 45 வாட் விளக்குக்கு 340 வோல்ட்டும், 140 வாட்- விளக்குக்கு 410 வோல்ட்டும் தேவைப்படுகிறது. இந்த ஒற்றைச் சுருள் மின்மாற்றி மிகை-உயர்-கசிவு எதிர்வினைப்பினை (very high leakage reactance) உடையது. தொடக்க மின்னழுத்தம் திறந்த- சுற்றுதர் (open-circuit) மின்னழுத்தத்திற்கு இணையானது. விளக்கு எரியத் தொடங்கியவுடன் விளக்கு மின்னோட்டம் அதிகக் கசிவு எதிர்வினைப்பு வீழ்ச்சியினை (large leakage reactance drop) ஏற்படுத்துகிறது. ஆகவே, தொடக்க மின்னழுத்தம் (V_S)

விளக்கு மின்னழுத்த அளவுக்குக் (V_L) குறைகிறது (படம் 4-78). 45 வாட் விளக்குக்கு, விளக்கின் மின்னழுத்தம் 80 வோல்ட்டு. 85 வாட், 140 வாட் விளக்குகளுக்கு இந்த மின்னழுத்தம் 165 வோல்ட்டு.



படம் 4-78.
உயர் எதிர் வினைப்பு மின் மாற்றியின் வோல்ட்டேஜ் சிறப்பியல்பு

மேலும் இந்த மின் மாற்றி, மின்னிறக்கக் குழாயினூடே செல்லும் மின்னோட்டத்தினைக் கட்டுப்படுத்தி வரம்புக்குட்படுத்துகிறது. ஆகவே, இந்த அமைப்புக்குத் தனியாக மின்பொருண்மைச் சுருள் தேவையில்லை. இந்தக் கசிவு மின் மாற்றியின் உயர் எதிர் வினைப்பினால், மின் திறன் காரணி (power factor) சுமார் 0·3 ஆக இருக்கிறது. மின் திறன் காரணியின் மதிப்பினை அதிகரிப்பதற்காக, மின்னூற்றுவாயின் குறுக்கே ஒரு மின்னேற்பி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வேலை செய்யும் விதம் (Operation)

இயல்பான வெப்பநிலையில் மின்னிறக்கக் குழாயினுள் உள்ள சிறுகுழிகளில்(dimples)சோடியம் பரவலாகத் திடப்பொருள் வடிவத்தில் இருக்கும். விளக்கினை மின் தோற்றுவாயுடன் இணைத்தவுடன், முதலில் தாழ் அழுத்த நியான் ஆவியில் மின்னிறக்கம் நிகழ்கிறது. எனவே, இது தொடக்கத்தில் நியான் விளக்காகச் செயல்படுகிறது. நியான் வாயுவின் சிறப்பியல்பு நிறம் இளஞ் சிவப்பு (pink) ஆதலால், சோடிய ஆவி விளக்கு தொடக்கத்தில் இளஞ் சிவப்பு நிறத்தினை அளிக்கிறது. மின்னிறக்கக் குழாயினூடே மின்னோட்டம் பாய்வதால், அயனியாக்கம் அதிகரிக்கிறது. ஆகவே வாயுக் கம்பத்தின் (gas column) மின் தடை குறைந்து, வெப்பநிலை உயருகிறது. வெப்பநிலை உயர்ந்தவுடன், சோடியம் படிப்படியாக ஆவியாக மாறி, மின்னிறக்க இடைவெளியினை அடைகிறது. அங்கே பாய்ந்து வரும் எலெக்ட்ரான்களினால் மோதலுண்டு, மஞ்சள் நிறச் சோடியக் கதிர்வீச்சு வெளிப்படுகிறது. இங்ஙனம் ஒளிச் செறிவு படிப்படியாக அதிகரித்துக் கொண்டே வருகிறது. 8 முதல் 10 நிமிடங்களுக்குள் சோடியம் முழுவதும் ஆவியாக்கப்பட்டு, மின்னிறக்கம் சோடிய ஆவியில் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. அப்பொழுது ஒளி மஞ்சளாக மாறிவிடும். இந்த வில்

லினை நன்கு சோதித்துப் பார்த்தால், இளஞ் சிவப்பு நியான் வாயு மின்னிறக்கத்தினைச் சுற்றி உறை போன்ற மஞ்சள் நிற சோடிய மின்னிறக்கம் இருக்கும். எனினும் மஞ்சள் நிறக் கதிர் வீச்சுகள் மிகுந்திருப்பதால், சோடிய ஆவி விளக்கினின்று பெறும் ஒளி ஒற்றை நிற ஒளியாகக் (monochromatic) கொள்ளப்படுகிறது.

படித்தர உரு அளவுகளைக் கொண்ட சோடிய ஆவி விளக்குகளின் சிறப்பியல்புகள் கீழே உள்ள அட்டவணை 4-26-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 4-26.

விளக்கின் மின்திறன்	45	60	85	140
1. மின்தருவியின் மின்னழுத்தம் (வோல்ட்டு)	100-250 A.C.	100-250 A.C.	100-250 A.C.	100-250 A.C.
2. விளக்கு மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்)	0.6	0·6	0·6	0·9
3. விளக்கின் பயனுறுதிறன் (லூமென்/வாட்)	55·5	65	71·1	71·5
4. வில்லின் பெரும ஒளிப் பொலிவு (வத்திகள்/செ.மீ^{2})	9	9	9	9
5. மொத்த நீளம் (மி.மீ)	250	310	425	550
6. வில்லின் நீளம் (மி.மீ)	140	170	230	280
7. வெளிப்புறக் குமிழியின் விட்டம் (மி.மீ)	50	50	50	65
8. முழுமையான ஒளி விளக்கம் தர எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் (நிமிடம்)	7	7	12	15

இந்த விளக்கின் ஆவி அழுத்தம் மிகக் குறைவாயிருப்பதால், விளக்கின் ஒளிப்பொலிவு குறைவாயிருக்கிறது என்று முன்பே

பார்த்தோம். எனினும் மஞ்சள் ஒளிக் கதிர்வீச்சின் அலைநீளம் கண்ணின் பெரும உணர்வு நுட்ப அளவுக்கு அருகிலிருப்ப தாலும், ஒத்ததிர்வு கதிர்வீச்சாக (resonance radiation) இருப்ப தாலும் விளக்கின் பயனுறுதிறன் மிக அதிகம். 45 வாட், 85 வாட், 140 வாட் விளக்குகளின் பயனுறுதிறன் முறையே 55·5, 71·1, 71·5 லூமென்/வாட் ஆகும்.

குளிர்ந்த நிலையில் சோடியம் திடப்பொருளாகப் படிவதால், சோடியம் ஒரே முனையில் குவிந்துவிடாமல் தடுக்கும் பொருட்டு, சோடிய ஆவி விளக்குகளைக் கிடைத்தள மட்டத்தில் (horizontal) வைப்பர். 45 வாட், 60 வாட் சோடிய ஆவி விளக்குகளிலுள்ள சோடிய அளவு மிகக் குறைவானதால், கிடைத்தள மட்டத் திலோ, அல்லது வெறெந்த நிலையிலேயோ வைத்து இயக்கலாம். அப்படி வைக்கும்பொழுது மூடி (cap) விளக்கினைவிட உயரமா யிருத்தல் வேண்டும். இப்படிச் செய்வதன்மூலம் மின்வாய்களின் மீதோ அல்லது அவற்றிற்கு அருகிலோ சோடியம் படி வதைத் தடுக்கலாம். ஏனெனில் சோடியம் மின்வாய்களின் மீது படிந்தால், எலெக்ட்ரான்கள் வெளிப்படாதவாறு தடுக்க ஏது வாகும். மேலும், முத்திரைக் கம்பிகளுக்கு (seal wires) அருகி லுள்ள கண்ணாடிப் பகுதியினைத் தாக்கி அழித்துவிடும். 85w, 140w விளக்குகளைக் கிடைத்தளத்தில் பொருத்தும்போது, விளக்குக்கும் அதன் மேல்பாகத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோணம் 20° மிகை யாகாமலிருக்க வேண்டும். இன்றேல் சோடியப் பரவல் மாற்ற மடைந்து, ஆயுட்காலத்தைக் குறைக்க வழி செய்வதுடன், ஒளிப்பாய்வினையும் சிதைவுறச் செய்யும். U வடிவக்குழாய் உடைந்தால், அதிலுள்ள சோடியம் சுற்றுப்புறத்திலுள்ள ஈரக் காற்றுடன் சேர்ந்து பற்றி எரியும். ஆகவே, U குழாயினைப் புதுப்பிக்கும்பொழுது மிகுந்த கவனமாயிருக்கவேண்டும். இந்த விளக்கின் ஒளியாகிய மஞ்சள் நிறத்தைப் பாதரச ஆவி விளக்கின் ஒளியாகிய நீலம் கலந்த பச்சை நிறத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கை யில், இந்த மஞ்சள் நிறம் கண்ணுக்கு ஒவ்வாததும், வெறுத் தொதுக்கத் தகுந்ததுவுமாகும். இந்த விளக்குக்கு மஞ்சள்நிற ஒளியில்லாமலிருந்து கண்ணுக்கு இதமான மற்ற ஒளியினைப் பெற்றிருந்தால் எல்லாப் பாதரச ஆவி விளக்குகளுக்குப் பதிலாக இதனையே பெரும்பாலும் பயன்படுத்தலாம். மேலும், இதில் உண் டாக்கப்படும் ஒளியின் நிறமாலை சிறப்பாக 5896—5890 ஆம்ஸ்ட் ராங் அலகு சோடிய வரிகளாலேயே ஆனது. எனவே, இவ்வொளி ஓர் ஒற்றை நிறத் தோற்றுவாயாகும். ஆகவே, நிற வித்தியாசம் (colour discrimination) தெரிவதில்லை. எனினும் இந்த விளக்குகள்

தெரு விளக்குகளுக்கும். பொதுச் சதுக்கங்கள் (public squares) கடைகளில் உள்ள விளம்பரப்பெட்டி மைதானங்கள் (yards), கப்பல் மேல்தளங்கள் (docks), கல்லுடைக்கும் இடங்கள் (quarries), விமானத்தளம் (aerodrome) போன்ற இடங்களில் ஒளியூட்டுவதற்கு இந்த விளக்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் ஒளி விளக்கப் பயனுறுதிறன் மிகுதியாக இருப்பதுடன் இதனுடைய மஞ்சள் நிற ஒளி நம் கண்ணுக்கு அதிக உணர்வு நுட்பத்தைத் (sensitivity) தரவல்லது. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட மின்னாற்றலுக்கு இவ் விளக்கின்மூலம் கிடைக்கும் பார்வைத்திறன் அதிகம். இவ் விளக்குகளின்மூலம் ஒளியூட்டப் பெற்ற நெடுஞ்சாலைகளில் உள்ள ஒளிவிளக்கம் அவ்வளவாகக் கண்ணைத் துன்புறுத்துவதில்லை. இந்த விளக்கின் சராசரி ஆயுட்காலம் 2500 மணிகள் ஆகும். எனினும், இந்த விளக்கின் ஆயுட்காலம் கீழ்க்கண்டவற்றைப் பொறுத்தது:

(i) மின்னிறையால் ஆன மின்வாய்கள் முறிந்து விடுதல் அல்லது எரிந்து விடுதல்.

(ii) மின்வாய்கள் எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடாமல் இருத்தல்.

(iii) சோடியத்துகள் குழாயின் ஒரே முனையில் குவிந்திருத்தல்.

(iv) சோடிய ஆவியின் வினையினால் உட்புறக் கண்ணாடிக் குழாய் தாக்கப்பட்டுக் கருமையாதல்.

மின்னழுத்த வேறுபாட்டினால் இந்த விளக்கின் ஆயுட்காலம் அவ்வளவாகப் பாதிக்கப்படாது. எனினும், இந்த விளக்கு அதனுடைய இயல்பான மின்னழுத்த அளவில் 6 சத வீதம் தொடர்ச்சியாகக் குறைந்து இருக்குமாயின், விளக்கின் ஆயுட்காலம் பாதிக்கப்படும்.

4-9-3-2. பாதரச ஆவி விளக்கு (Mercury vapour lamp) வேலை செய்யும் விதம்

இதுவும் வாயு-மின்னிறக்கத் (gas discharge) தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு இயங்குகிறது. இதனுடைய மின்னிழப்புக் குழாய் முதலில் வெற்றிடமாக்கப்பட்டும், பின்பு சின்னஞ்சிறிய பாதரச உருண்டைத்துகளை நிரப்பிப் புறக்குமிழ் ஒன்றினுள் நிலைக்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டுமிருக்கும். திரவ நிலையிலிருக்கும் பாதரசத்தின் ஒரு பகுதி இயல்பான வெப்பநிலைகளில் ஆவியாக்கப்பட்டுக் குழாய் முழுவதிலும் நிரம்பியிருக்கும். குழாயினுள் பொருத்தப்பட்ட மின் வாய்களுக்கிடையே உயர்

மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்தால் பாதரசத்தின்மூலம் கூறுகள் அயனிக்கப்படுகின்றன. இந்த நிலையில் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்ட அளவு அந்த ஆவியின் அழுத்தத்தைப் பொறுத்திருக்கும். வாயுவின் அழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருக்கும் பொழுது (அதாவது 10 முதல் 3 மி.மீ வரை அல்லது அதற்குக் கீழ்ப்பட்ட அழுத்தம்) மின்னிறக்கக் குழாயினூடே மின்னோட்டமிராது. ஒளியின் நிறம், ஒளியின் வெளிப்பாடு (லூமென்) ஆகியவைகள் ஆவியின் அழுத்தத்தையும் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவினையும் பொறுத்திருக்கும். குழாயினூடே மின்னோட்டம் பாயும்படிச் செய்தால் மின்னோட்டம் அதன் I^2R மின்னிழப்புக் காரணமாக வாயுவினைச் சூடாககுகிறது. இதனால் வாயுவின் வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் அதிகரிக்கின்றன. சிறிது நேரத்திற்குப் பின் வாயுவின் வெப்பநிலையும் அழுத்தமும் அந்தக் குழாயினுள் உண்டாகும் வெப்பத்திற்கும் வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச்சலனம், வெப்பக் கதிர்வீசல் ஆகியவற்றினால் ஏற்படும் குளிர்ச்சிக்கும் ஏற்றவாறு நிலைச் சமன்பாட்டினை (stable equilibrium) அடையும். ஆகவேதான் மின்னிறக்கக் குழாய்கள் அவை அமைக்கப்படும் சுற்றுப்புற வெப்ப நிலைக் கேற்றவாறு சிறிதளவு மாறுபடுகின்ற தன்மையுடையனவாய் இருக்கின்றன.

4-9-3-3-1. உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்குகளின் வகைகள்

உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவிவிளக்குகளை (high-pressure mercury vapour lamps), நடுத்தர உயர் அழுத்த விளக்குகள் (medium high pressure), மிகை உயர் அழுத்த (super high pressure) விளக்குகள் என இருவகைப் படுத்தலாம். பாதரச ஆவி அழுத்தம் ½ முதல் 4 அல்லது 5 வளியழுத்தத்திற்குள் (atmosphere) இயக்கப்படும் விளக்குகளை நடுத்தர உயர் அழுத்தமுள்ள விளக்குகள் என்பர். 400 வாட், 250 வாட் மின்திறன் கொண்ட பாதரச ஆவி விளக்குகள் நடுத்தர உயர் அழுத்த வகையினைச் சார்ந்தவை. இந்த விளக்குகளில் உள்ள பாதரச ஆவியின் இயக்க வளியழுத்தம் சுமார் ஒன்று ஆகும் (approximately one atmosphere). விளக்குகள் இயக்கப் படும் போதிருக்கும் பாதரச ஆவி அழுத்தம் 5 வளியழுத்தத்திற்கு மிகுந்திருந்தால், அவற்றை மிகை உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்குகள் என்பர். எடுத்துக்காட்டாக 80 வாட், 125 வாட் விளக்குகளில் உள்ள பாதரச ஆவியின் இயக்க வளி அழுத்தம் 5 முதல் 10 வரை இருக்கும்.

உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்குகளில் ஒளிவிளக்கப் பயனுறு திறன் (luminous efficiency), அந்த விளக்குகளினூடே

பாயும் மின்னோட்டம், பாதரச ஆவி அடர்த்தி ஆகியவற்றினைப் பொறுத்திருக்கும். இத்தகைய விளக்குகளின் பெரும் ஒளி விளக்கப் பயனுறு திறன் சுமார் 60 லூமென்/வாட். மின்னிறக்கக் குழாயின் உரு அளவு நிலையாயிருந்து, விளக்கின் மின் திறனைக் குறைத்தால் ஒளிவிளக்கப் பயனுறு திறன் குறையும். அநேகமாக எல்லா மின்னிறக்க விளக்குகளில் விளக்கு மின்னழுத்தம் 100 முதல் 140 வோல்ட்டு வரை நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. ஆகவே, உயர்ந்த வாட் திறனுடைய மின்னிறக்க விளக்குகளுக்குப் பதிலாகக் குறைந்த வாட் திறனுடைய விளக்குகளைப் பயன்படுத்தும்

அட்டவணை 4-27.

உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கு மின் திறன்	மின்னிறக்கக் குழாயின் மேலுறை (Envelope) குழாய் வடிவம் (Tube type)		குமிழ் வடிவம் (Bulb type)	
	400 வாட்	250 வாட்	125 வாட்	80 வாட்
1. மின்தருவியின் மின்னழுத்தம் (வோல்ட்டு) (Supply voltage)	200-250 AC	200-250 AC	200-250 AC	200-250 AC
2. ஒளிவிளக்கப் பயனுறு திறன் (லூமென்/வாட்) (Luminous efficiency)	45	36	40	38
3. மின் வில்லின் பெரும ஒளிப்பொலிவு (Max. brightness of arc) (வத்திகள்/ச.செ.மீ)	150	150	800	800
4. மின்னிறக்கக் குழாயின் விட்டம் (மி.மீ)	48	48	90	80
5. மின்னிறக்கக் குழாயின் நீளம் (மி.மீ)	330	290	178	160
6. மின் வில்லின் நீளம் (arc length) (மி.மீ)	160	120	30	20
7. மின்வில் சுமை (arc loading) வாட்/செ.மீ	25	20·8	42	40

போது, விளக்கினூடே பாயும் மின்னோட்ட அளவு குறைகிறது. இதனால் மின் வில் சுமை (arc loading) குறைந்து, ஒளி விளக்கப் பயனுறுதிறனைக் குறைக்கிறது. எனவே, குறைந்த வாட் (watt) திறனுடைய விளக்குகளில் போதுமான உயர்ந்த பயனுறுதிறனைப் பெறும் பொருட்டு, மின் வில் சுமையினையும், பாதரச ஆவி அழுத்தத்தினையும் அதிகரிக்க வேண்டியுள்ளது. இதனால் குறைந்த மின் திறன் கொண்ட உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்குகளின் மின் வில் குழாயின் (arc-tube) நீளம் குறைந்து, வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. இந்த இருவகை பாதரச ஆவி விளக்குகளின் தொழில் நுட்ப அடிப்படை விவரங்களைக் (technical data) முன்பக்கமுள்ள அட்டவணை 4-27-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த இரு வகையான உயர் அழுத்தம் பாதரச ஆவி விளக்குகளின் அமைப்பினைப் பற்றியும், அவைகள் வேலை செய்யும் விதத்தினைப் பற்றியும் பார்ப்போமாக.

4-9-3-3-2. (i) நடுத்தர வகை உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவிவிளக்கு

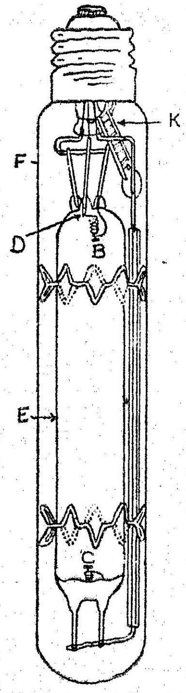
B & C — தலையாய மின்வாய்கள் (Main electrodes)

K — உயர் மின் தடை (சுமார் 50 000 ஓம்கள்) (High resistance)

D — துணை மின் வாய் (Auxiliary electrode)

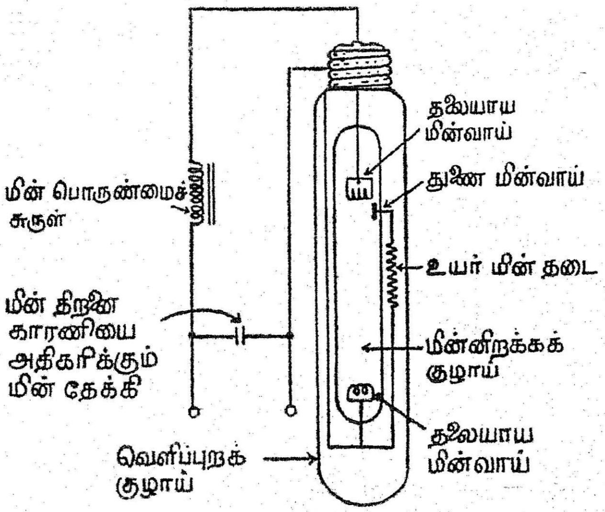
E — மின்னிறக்கக் குழாய்

P — வெளிப்புறக் குழாய் (Outer tube)



படம் 4-79.
400 வாட் உயர்-அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கு

படம் 4–79-ல் 400 வாட் மின்திறன் கொண்ட விளக்கின் அமைப்பினைப் பற்றியும், அது மின்சுற்றதருடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள விதத்தினைப் பற்றியும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த விளக்கின் உட்புறத்திலுள்ள மின்னிறக்கக் குழாய் அது தாங்கும் வெப்பநிலைக் கேற்றவாறு போரோசிலிகேட் (borosilicate) போன்ற கடினமான கண்ணாடியாலானது. மின்னிறக்கத்தின்போது உள்ள நேர்-மின் தொடர் (positive column) அல்லது பிளாஸ்மா (plasma) மின்னிறக்கக் குழாயின் சுவரினைத் தொடாமலிருக்கும் பொருட்டு, இக் குழாய் நிலைக்குத்தாகப் (vertical position) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்னிறக்கக் குழாயின் இரு முனைகளிலும் திருகு சுருள் வடிவ (spiral) தலையாய மின்வாய்கள் (main electrodes) உள்ளன. குறைந்த வெப்பநிலையில் அதிகமான எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் பொருட்டு, இந்த மின்வாய்களுக்கு அரு-நில-ஆக்சைடுகளினால் (rare-earth-oxides) பூச்சுக்கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த மின்னிறக்கக் குழாயில் சுமார் $\frac{1}{100}$ வளியமுத்தத்தில் (one-hundredth of an atmosphere) நிரப்பப்பட்ட ஆர்கான் வாயுவும், சிறிதளவு பாதரசமும் அடங்கியுள்ளன.



படம் 4-80.
உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கு

பாதரசத்தின் அளவு, விளக்கு இயங்கும்போது தேவைப்படும் உயர்-அழுத்தத்தினைப் பொறுத்திருக்கும். தலையாய மின்வாய்கள்

முன் சூடாக்கம் (preheating) இன்றிருப்பதாலும், தலையாய மின் வாய்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி மிக அதிகமாக இருப்பதாலும், உயர்-மின்னழுத்தப் பேரலையின் மூலம் (high voltage surge) மின்னிறக்கத்தினைத் தோற்றுவிக்க இயலாது. ஆகவே, மேற்புறத்திலுள்ள தலையாய மின் வாய்க்கு அருகிலே நேர்த்தியான கம்பியாலான (fine wire) ஒரு துணை-மின்வாய் (auxiliary electrode) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மின் வழங்கும் தோற்றுவாயின் மின்னழுத்தம், மேலேயுள்ள தலையாய மின் வாய்க்கும், துணை மின் வாய்க்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியில், குறைந்த அழுத்தத்தில் நிரப்பப்பட்ட ஆர்கான் வாயுவினூடே, குளிர்ந்த நிலையில் பிறங்கொளி மின்னிறக்கத்தைத்(glow discharge)தோற்றுவிக்கப் போதுமானது. மேலும், ஆர்கான் வாயுவின் குறைந்த அயனியாக்க மின்னழுத்தமும் இத் தொடக்க மின்னிறக்கத்திற்கு உறு துணையாக இருக்கிறது. இந்தப் பிறங்கொளி மின்னோட்ட அளவினைக் கட்டுப்படுத்தும் பொருட்டுச் சுமார் 50,000 ஓம் அளவுள்ள உயர் மின் தடை (high resistance) தொடர் நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

முதலில் மின்னிறக்கம் குறைந்த அழுத்தமுள்ள ஆர்கான் வாயுவில் நிகழ்வதால், வெளுத்த நீல நிறம் (pale blue) உடையதாயிருக்கும். இதனால் மின்னிறக்கக் குழாய் சூடாக்கப்பட்டு, தலையாய மின் வாய்கள் வெப்பமடைவதுடன், பாதரசத் துளிகள் முழுவதும் ஆவியாக்கப் படுகின்றன. மின்னிறக்கம் பிறகு பாதரச ஆவி மூலம் தலையாய மின் வாய்களுக்கிடையே நிகழ்கிறது. விளக்கு இயங்கும் அழுத்தத்தில் (operating pressure), வாயு-மின்னிறக்கக் குழாயில் (gas-discharge tube) வாயு அடர்த்தி மிக அதிகமாயிருப்பதால், ஓரலகு கன அளவில் ஏராளமான அணுக்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. இதனால் தலையாய மின் வாய்களிலிருந்து வெளி விடப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள், பாதரச வாயுவின் மின் நடு நிலையிலுள்ள அணுக்களுடன் மோதிப் புதிதாக அயனிகளை அதிக அளவில் உண்டாக்குகின்றன. பாதரச ஆவியின் அழுத்தம் சுமார் ஒரு வளியழுத்த (one atmosphere) அளவிற்கு உயர்ந்தவுடன், வாயு அடர்த்தி மிகவும் அதிகமாகிக் கிளர்வுறச் செய்கின்றன. கிளர்வுற்ற அணுக்கள் பழைய நிலையை அடைந்தவுடன், அதிகமாகப் பெற்றிருந்த ஆற்றலை வெவ்வேறு வகையான மின் காந்தக் கதிர்வீச்சுகளாக வெளிவிடுகின்றன. இதனால் இந்த விளக்கு, பச்சையுடன் கூடிய நீலநிற (greenish blue) ஒளியைக் கொடுக்கிறது. இந்த விளக்கு அதன் பெரும உயர் செறிவினை அடைவதற்குக் கிட்டத்தட்ட ஆறு நிமிடங்களாகும். இவ்வொளியின்

நிறமாலையை ஆராய்ந்தால் அநேகமாகச் சிவப்பு இருப்பதில்லை. ஆனால் பெருமளவு பச்சையும், சிறிது நீலமும், கொஞ்ச மஞ்சளும் உள்ளன. இந்த நிறங்கள் கண்ணுக்குப் புலனாகுபவை.

தொடக்கத்தில் மின்வில்லின் மின்னழுத்தம் 20 வோல்ட்டு, இறுதியில் அதன் மதிப்பு 20 வோல்டாகிறது. ஆகவே, விளக்கு அதன் பெரும உயர் செறிவினை அடையும் காலப்பகுதியில், மின் வில்லின் ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. வில்லின் குறுக்களவு வரையறைப் படுத்தப்பட்டுள்ளதால், தன்-சுமையின் (specific loading) அளவாகிய வாட்/க.செ.மீ. அதிகரிக்கிறது. இதனால் மின் வில்லின் ஒளிப்பொலிவு கிட்டத்தட்ட 150 வத்திகள்/ச.செ.மீ. அளவுக்கு உயர்ந்துள்ளது. ஆனால், டங்ஸ்டன் மின்னிழை விளக்கின் ஒளிப்பொலிவாகிய 500 வத்திகள்/ச.செ. மீட்டருடன் ஒத்திட்டுப் பார்ப்போமானால் நடுத்தர உயர்-அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கின் ஒளிப்பொலிவு மிகக் குறைவு. இதனால் இவ் விளக்கின் ஒளி கண் கூசுதலின்றிருக்கும்.

நடுத்தர வகை உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கு இயக்கப் படும்பொழுது, மின்னிறக்கக் குழாயின் இயக்க வெப்பநிலை சுமார் 500°C. இந்த வெப்பநிலையினை நிலை நிறுத்தும் பொருட்டு, மின்னிறக்கக் குழாய்க்கும், அதனைச் சூழ்ந்துள்ள வெளிப்புறக் குழாய்க்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி வெற்றிடமாக்கப்பட்டிருக்கும். மேலும், உட்புற மின்னிறக்கக் குழாய் எல்லாப் புற-ஊதாக் கதிர் வீச்சுகளை ஈர்த்துக்கொள்வதில்லை. ஆனால், வெளிப்புறக்குழாய், மின்னிறக்கக்குழாயின் வழியாக வெளிப்படும் புற-ஊதாக்கதிர்களை உட்கிரகித்துக் கொள்கிறது.

இந்த விளக்கினை அணைத்த பிறகு, உடனே இதனை எரிய வைக்கமுடியாது. ஏனெனில் பாதரசம் முழுவதும் ஆவியாகி உயர் ஆவி அழுத்தத்தில், சூடான நிலையில் விளக்கு இருப்பதால், மின் வழங்கு முழு மின்னழுத்தம்கூட தலையாய மின்வாய்க்கும் அதன் அருகிலுள்ள துணை மின்வாய்க்கும் இடையேயுள்ள ஆர்கான் வாயுவினை முறியடிக்க முடியாது. ஆகவே, பாதரசம் உறைந்து திரவ நிலை அடைந்து, ஆவி அழுத்தம் பழைய குளிர்வுற்ற நிலையினையடையும்வரை விளக்கினை எரிய வைக்க முடியாது. இந்த நேரம் சுமார் பத்து நிமிடங்களாகும்.

இந்த விளக்கினை எப்பொழுதும் செங்குத்தான நிலையிலேயே தொங்கவிட வேண்டும். இன்றேல் மின்னிறக்கமானது உட்புறக்

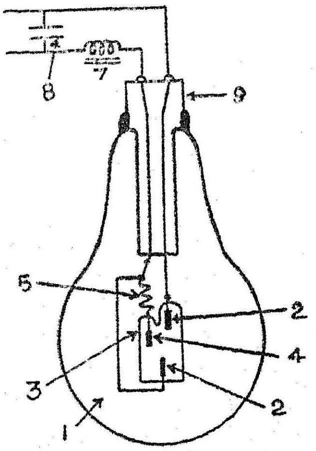
கோலியாத் எடிசன் திருகு (Gotiath Edison serew) உறையாலானது.

மின்னிறக்கம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட பிறகு குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும் பொருட்டு, மின் பொருண்மைச் சுருள் மின்சுற்றதரில், விளக்குடன் தொடர் நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின் வழங்கும் தோற்றுவாய்க்குக் குறுக்கே மின்திறன் காரணியை அதிகரிக்கச் செய்யும் ஒரு மின் தேக்கி உள்ளது.

4-9-3-3-3. மிகை உயர்-அழுத்த பாதரச ஆவி விளக்குகள் (Super-high-pressure mercury vapour lamps)

மிகை உயர்-மின்னழுத்தப் பாதரசக் குழாயினுட்புறத்திலுள்ள மின்னிறக்கக்குழாய் கனமான சுவர்களையுடைய குவார்ட்ஸினால் (quartz) ஆனது. குவார்ட்ஸ் ஒருவகை சிலிகான் ஆக்ஸைடினாலான (silicon oxide) கடினமான பளிங்குக் கல்லாகும். மின்னிறக்கத்தின்போது ஏற்படும் அதிக வெப்பநிலையினையும் (சுமார் 1000°C), உயர் அழுத்தத்தினையும் (சுமார் 10 வளியழுத்தம் தாங்கும் பொருட்டு உட்புறக்குழாய் இத்தகைய கடினமான கண்ணாடிக் குழாயினாலாக்கப்பட்டுள்ளது. மின்னிறக்கக்குழாயின் உட்புறத்திலுள்ள இரு முனைகளில் தலையாய மின்வாய்கள் (main electrodes) உள்ளன. இந்த மின்வாய்களுக்கு முன் சூடாக்கம் (preheating) கொடுக்கப்படாததினால், எலெக்ட்ரான்கள் அதிகமாக வெளிப்படும் பொருட்டு ஆக்ஸைடு பூச்சு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மேலே உள்ள தலையாய-மின்வாய்க்கு அருகில் ஒரு துணை-மின்வாய் (auxiliary electrode) உள்ளது. இத் துணை மின்வாய் உயர்மின் தடையுடன் (high resistance) தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 4-81). மின்னிறக்கக் குழாயினுள் ஓரளவு ஆவி வடிவமுடைய சிறிதளவு பாதரசமும், சிறிது ஆர்கான் (argon) வாயுவும் அடங்கியுள்ளன. உட்புறக்குழாயின் வெப்பம் மாறு நிலையிலிருக்கும் பொருட்டு, வெண்சுடர் விளக்கினைப் போன்று குமிழ் வடிவ வெளிப்புறக் குழாயினால் இது சூழப்பட்டுள்ளது. அதாவது, வெளிப்புறக்குழாயின் உருவம், உட்புறக்குழாயின் எல்லாப் பகுதியிலும் சமவெப்பம் தரக்கூடியதாய் (Isothermal construction) அமைந்துள்ளது. கண்கூசுதலைக் குறைக்கும் பொருட்டு, முத்து போன்ற கண்ணாடியிலானது. தேவைக்கு மேற்பட்ட வெப்பத்தினை (surplus heat) வெளிப்படுத்தும் பொருட்டு உட்புறக்குழாய்க்கும் வெளிப்புறக்குழாய்க்கும் இடையே நைட்ரஜன் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. விளக்குடன் தொடர்நிலையில்

இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்பொருண்மைச் சுருள் (choke) விளக்கினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தினை வரம்புக்குட்படுத்துகிறது. மின்திறன் காரணியை அதிகரிப்பதற்காக, விளக்குக்கு வழங்கப்படும் மின் தோற்றுவாய்க்குக் குறுக்கே ஒரு மின்தேக்கி பொருத்தப்படும்.



படம் 4-81.
80 வாட் பாதரச ஆவி விளக்கு

1. உட்புறக் குழாய்க்கும் வெளிப்புறக் குழாய்க்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி நைட்ரஜனால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.
2. தலையாய மின்வாய்கள் (Main Electrodes)
3. பாதரச ஆவியும் ஆர்கான் வாயுவும் நிரம்பிய குவார்ட்ஸ் (Quartz) குழாய்
4. துணை மின் வாய் (Auxiliary electrode)
5. உயர் மின் தடை
6. மூன்று ஊசி முனை கொண்ட மூடி
7. மின் பொருண்மைச் சுருள்
8. மின் திறன் காரணியைத் திருத்தும் மின் தேக்கி

இந்த விளக்குகள் சாதாரணமாக 230 வோல்ட்டு, 80 வாட், 125 வாட் மின்திறன் கொண்டவை; மாறுதிசை மின்னோட்டத்

தோற்றுவாயுடன் மின்பொருண்மைச் சுருளுடன் இணைந்து இயங்கக்கூடியவைகள்.

வேலை செய்யும் விதம் : தொடக்கத்தில் உட்புற மின்னிறக்கக் குழாய் குளிர்ச்சியாகவும் அதனுள் உள்ள பெரும்பகுதி பாதரசம் உறைந்த நிலையிலும் இருக்கும். மேலும் ஆவி மின்னழுத்தம் மிகக் குறைவாக இருப்பதாலும், தலையாய மின்வாய்களுக்கிடையே யுள்ள தூரம் அதிகமாயிருப்பதாலும், தொடக்கத்தில், விளக்கினை மின்தோற்றுவாயுடன் இணைத்தவுடன் தலையாய மின்வாய்களுக் கிடையே மின்னிறக்கம் நிகழாது. எனினும், மேற்புற தலையாய மின்வாய்க்கும் அதன் அருகிலுள்ள துணை மின்வாய்க்கும் இடையே முழு மின்னழுத்தம் கிடைப்பதால், தொடக்கத்தில் வெந்தழலொளி மின்னிறக்கம் (glow discharge) ஆர்கான் வாயுவில் ஏற்படுகிறது. இந்த வெந்தழலொளி மின்னோட்டம் சில மில்லி-ஆம்பியர் அளவாக இருக்கவேண்டி, உயிர்மின் தடையினைத் துணை மின்வாயுடன் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வெந்தழலொளி மின்னிறக்கம் தலையாய மின்வாய்களுக் கிடையே பரவி, மின்னிறக்கக் குழாய் முழுவதினையும் நிரப்பு கிறது. ஆர்கான் வாயுவில் ஏற்பட்ட மின்னிறக்கம், உட்புறக் குழாயில் ஏற்கெனவே நிரப்பப்பட்டுள்ள பாதரச ஆவியினை அயனிக்கச் செய்கிறது. இதனால், பாதரச ஆவியில் தலையாய மின்வாய்களுக்கிடையே மின்னிறக்கம் தொடங்குகிறது. இத் தருணத்தில் உட்புறக்குழாயில் சிறு பகுதி பாதரச ஆவியாகவும், பெரும் பகுதி திரவமாகவும் இருப்பதால், விளக்கு தாழ்-அழுத்த (low pressure) பாதரச ஆவி விளக்காகவே இயங்கும். இதனால் ஒளிப்பாய்வு (luminous flux) மிகக் குறைவாயிருக்கும். இந்த மின்னிறக்கத்தினால் ஏற்படும் வெப்பம் எஞ்சியுள்ள பாதரசத்தை ஆவியாக்கி, பாதரச ஆவியின் அழுத்தம் சுமார் 10 வளியழுத்த முடையதாய் (10 atmosphere) ஆக்குகிறது. இதனால் பாதரச ஆவியில் ஏற்பட்ட மின்னிறக்கத்தின் சிறப்பியல்பு மாறுபட்டு, பெரும ஒளிப்பொலிவுடன் விளங்குகிறது. விளக்கு அதன் முழு அளவு ஒளிப்பாய்வினை அடைய 2 முதல் 4 நிமிடங்கள்வரை ஆகும். இந்த விளக்கொளியின் நிறமாலையை ஆராய்ந்தால் சுமார் 44% மஞ்சள், 54% பச்சை, 1% சிவப்பு 1% ஊதாவாக இருக்கும். இந்த விளக்கொளியின் நிறம் வெண்மையான நீலம் (bluish white) ஆகும். இந்த விளக்கின் ஒளிப்பொலிவு கிட்டத்தட்ட 500 வத்தி/ ச.செ.மீ. ஆயுட்காலம் 9000 எரிமணிகள் (burning hours).

இந்த விளக்கினைப் பற்றி முக்கியமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டியவைகள் பின்வருமாறு :

(i) இந்த விளக்கினை இயங்க வைத்து, பெரும உயர் செறிவினை அடைவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படும் மொத்த நேரம் சுமார் 5 நிமிடங்கள்.

(ii) இந்த விளக்கு எரிந்து கொண்டிருக்கும் பொழுது அணைத்து உடனே எரிய வைத்தால் எரியாது. ஏனெனில் விளக்கினை அணைத்த பிறகு, பாதரச ஆவி குளிர்வு பெற்றுச் சுருக்கமடைவதற்கும், பாதரச ஆவி அழுத்தம் தேவையான அளவுக்குக் குறைந்து, இயல்பாக இயங்கும் நிலைக்கு வருவதற்கும் சிறிது நேரமாகும்.

(iii) இந்த விளக்கில் மூன்று ஊசிமுனை கொண்ட பாயனெட் உறை (bayonet cap) உள்ளது. சாதாரண வெண் சுடர் விளக்கிற்குப் (incandescent lamp) பயன் படுத்தப்படும் உறையும் பாயனெட் (bayonet) வகையே. இந்த உயர் அழுத்தப் பாதரச ஆவி விளக்கினைத் தவறுதலாக, மின் பொருண்மைச் சுருள் இன்றி வெண் சுடர் விளக்குப் பிடியில் பொருத்தாமல் இருக்கும் பொருட்டு இந்த மூன்று ஊசி முனை பாயனெட் பொருத்தப் பட்டுள்ளது.

(iv) இந்த விளக்குக் குழாய் குவார்ட்ஸ் (quartz) என்னும் படிகக் கல்லாலானதால், மின் வில்லினால் ஏற்படும் உயர் வெப்ப நிலையைத் தாங்கவல்லது. எனவே, இந்த விளக்கினை எந்த நிலையிலும் வைத்துப் பொருத்தலாம். எனினும், விளக்கின் உறை கீழ் நோக்கியிருக்கும்படி செங்குத்தான நிலையில், இந்த விளக்கினைப் பயன்படுத்தக் கூடாது.

ஒளியூட்டத்தின் தேவைக் கேற்ப, வேறு வகையான சில பாதரச ஆவி விளக்குகளும் உள்ளன. அவைகளாவன :

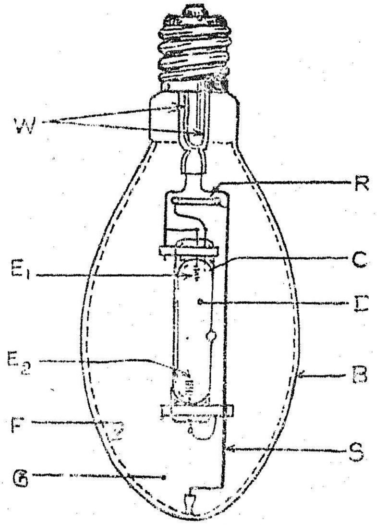
(i) பாதரசத் தன்னொளிர்வு விளக்குகள் (mercury fluorescent lamps)

(ii) கலவை ஒளி விளக்கு அல்லது கூட்டு விளக்கு (blended-light lamp or dual lamp)

4-9-3-4-1. (அ) பாதரசத் தன்னொளிர்வு விளக்கு (Mercury Fluorescent Lamp)

இந்த விளக்குகள் ஒளி நிறத்தினைச் சரி செய்யும் (colour corrected) பாதரச ஆவி விளக்குகளாகும். இந்த விளக்கின்

வெளிப்புறக் குமிழின் உட்புறம் ஒளிர்வுப் பொருளினால் பூசப்பட்டுள்ளது. படம் 4-82 குவார்ட்ஸ் மின்னிறக்கக் குழாயினின்று வெளியே செலுத்தப்படும் புற ஊதாக் கதிர்களை, இந்த ஒளிர்வுப் பொருள் கண்ணுறும் ஒளிக் கதிர்களாக மாற்றுகின்றது. ஒளிர்வுப் பொருளின் இயைபு (composition), மாற்றுகின்ற கண்ணுறும்



படம் 4-82

பாதரசத் தன்னொளிர்வு விளக்கு
(Mercury Fluorescent Lamp)

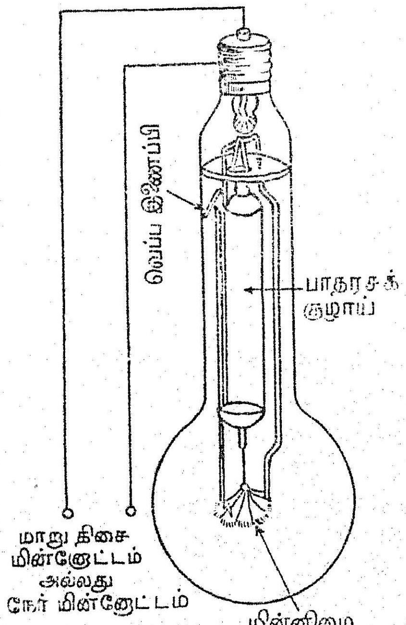
E_1, E_2—தலையாய மின் வாய்கள் (Main electrodes)
C—துணை மின் வாய் (Auxiliary electrode)
R—துணை மின் வாய்த் தடை (Auxiliary electrode resistor)
D—குவார்ட்ஸ் மின்னிறக்கக் குழாய்
E—உட்புறத் தன்னொளிர்வுப் பூச்சு (Internal fluorescent coating)
G—மந்த வாயு நிரப்பல் (Inert gas filling)
B—வெளிப்புறக் குமிழ் (Outer bulb)
S—தாங்கி (Support)
W—மின் கம்பித் தலைகள் (Lead-in-wires)

ஒளிக் கதிர் ஒளி நிற மாலையில் சிவப்பு வண்ணப் பகுதியாக இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனால் விளக்கின் ஒளி நீல

நிறமாய் இல்லாமல், பகல் வெளிச்சத்திற்கு மிகவும் நெருங்கிய ஒளியினை உண்டாக்க முடிகிறது. இந்த விளக்கின் அமைப்பும் வேலை செய்யும் விதமும் மிகை உயர்-அழுத்த பாதரச ஆவி விளக்கினைப் போன்றது. பொதுச் சதுக்கங்களுக்கு ஒளியூட்டம் கொடுத்தல், விளையாடுமிடங்கள், மனைகள் (sites), தொழிற்சாலைகள், பணிமனைகள் ஆகிய இடங்களில் ஒளி விளக்கம் செய்தல் போன்ற பணிகளுக்கு இந்த வகை விளக்கினைப் பயன் படுத்துகின்றனர். இந்த விளக்குகளின் ஆயுட்காலம் சுமார் 6000 எரி-மணிகள். இந்த விளக்கின் ஒளிப் பொலிவு சுமார் 10 முதல் 15 வத்தி/ச.செ.மீ.

4-9-3-4-2. கலவை ஒளி விளக்கு அல்லது கூட்டு விளக்கு (Blended light lamp or dual lamp)

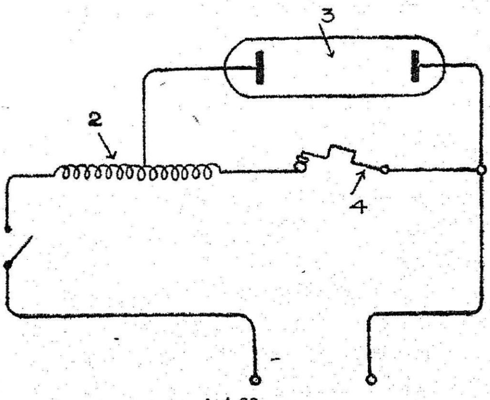
பாதரச நிற மாலையை ஆராய்ந்து பார்த்தால், அதில் சிவப்பு நிறம் இருப்பதில்லை. சாதாரண மின்னிழை விளக்குகளை எடுத்துக்



படம் 4.83 (அ)
கலவை ஒளி விளக்கு

கொண்டால், இவற்றில் மிகுதியான சிவப்பு நிறக் கதிர்கள் உண்டு. இந்த இரு விளக்குகளில் கிடைக்கும் ஒளிக் கதிர் வீச்சுகளை

1 : 1 என்ற விகிதத்தில் கூட்டு சேர்த்தால் கிடைக்கும் கூட்டுக் கலவையொளி தகுதியான நிறத்திருத்தத்தைக் கொடுப்பதுடன் இயற்கையான பகல் வெளிச்ச ஒளியைக் கொடுக்கிறது. விளக்கின் அமைப்பு படம் 4-83 (ஆ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. எரி ஒளிர்வு இழை விளக்கு (Incandescent lamp) பாதரச ஆவி விளக்குடன் தொடர்நிலையில் இணைத்து ஒரு கண்ணாடிக் குமிழினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. டங்ஸ்டன் இழை மின்னோட்ட அதிகரிப்பினைத் தடுத்து நிறுத்தும் நிலைபடுத்தியாகப் (ballast) பயன்படுவதோடல்லாமல், மொத்த ஒளி விளக்க வெளிப்பாட்டின் (luminous output) பாதியளவு ஒளியினையும் தருகின்றது. ஆகவே, இந்த விளக்குக்குத் தனியான மின்பொருண்மைச் சுருள் தேவையில்லை. இந்த விளக்கினை நேர்மின்னோட்டத் தோற்றுவாயுடனோ அல்லது மாறுதிசை மின்னோட்டத் தோற்றுவாயுடனோ இணைத்து இயக்க வைக்கலாம். மேலும், இந்த விளக்கின் மூடி சாதாரண வாயு நிரப்பப்பட்ட மின்னிழை விளக்குகளின் மூடியில் இருப்பதைப் போல் இரு ஊசி முனைகள் (double pin) உள்ளன. இந்த விளக்குகளை வாயு நிரப்பப்பட்ட மின்னிழை விளக்குகளுக்குப் பதிலாக எங்கு வேண்டுமானாலும் எந்தவித மாறுதலுமின்றி அப்படியே பயன்படுத்தலாம்.



படம் 4-83 (ஆ)
கலவை ஒளி விளக்கு

1. தலையாய இணைப்பி (Main Switch)
2. டங்ஸ்டன் மின்னிழை
3. உயர் அழுத்த பாதரச ஆவி மின்னிறக்கக் குழாய்
4. வெப்ப இணைப்பியின் (Thermal switch) தொடுமுனைகள்

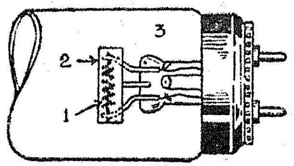
இந்த விளக்கினை மின்தோற்றுவாயுடன் தலையாய-இணைப்பியின் (main switch) மூலம் மின்சுற்றதரில் இணைத்து, தலையாய-

இணைப்பியினை மூடியினால் எரி ஒளிர்வு, டங்ஸ்டன் இழையின் முழுப் பகுதி, மூடிய நிலையிலிருக்கும் தொடுமுனைகளையுடைய வெப்ப இணைப்பி (thermal switch) ஆகியவற்றின் வழியாகப் பாய்வதால், முதலில் விளக்கு மின்னிழை விளக்காக எரியத் தொடங்கும். இந்த மின்னிழை விளக்கு மின்னிறக்கக் குழாயினைச் சூடுபடுத்துகிறது. மின்னிறக்கக் குழாயினூடே உள்ள பாதரச ஆவி அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. வெப்ப இணைப்பி, குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன், வெப்ப இணைப்பியின் இயங்கும் தொடுமுனை மேல்நோக்கி விரிவடைந்து, மூடியிருந்த தொடுமுனைகளைத் திறக்கச் செய்கின்றது. மின்னிறக்கக் குழாய் அதே சமயத்தில் டங்ஸ்டன் மின்னிழையின் மொத்தக் கம்பியின் பாதிநீளம் பாதரச ஆவியின் மின்னிறக்கக் குழாயுடன் தொடர்நிலையில் மின்தோற்று வாய்க்குக் குறுக்கே படம் 4-83 (ஆ)-ல் காட்டியபடி இணைக்கப்படு கிறது. இதனால் மின்னிறக்கக் குழாயின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. தொடக்கத்தில் மின்னிறக்கக் குழாயின் குறுக்கே இருக்கும் மின்னழுத்தம் சுமார் 20 வோல்ட்டு வெப்ப இணைப்பித் தொடுமுனைகள் திறந்தவுடன், இக் குழாயின் குறுக்கே, தொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் சுமார் 140 வோல்ட்டு. இந்த எரி ஒளிர்வு விளக்காக எரியத் தொடங்கியவுடன், சுமார் 2 நிமிடத்திற்குப் பிறகுதான், மின்னிறக்கக் குழாய் அதன் பெரும ஒளியைத் தருகிறது. ஆகவே, இந்த அமைப்பில் மொத்த ஒளியில் பாதி ஒளி, எரி ஒளிர்வு இழை விளக்கின் மூலமாகவும், மற்ற பாதி ஒளி பாதரச ஆவி விளக்கின் வழியாகவும் கிடைப்பதால் இந்தக் கூட்டு ஒளி, இயற்கையான பகல் வெளிச்சத்திற்கு மிகவும் நெருங்கிய ஒளியினைத் தரவல்லது. இதன் ஒளி கண்ணுக்கு இதமாக இருக்கும். இதனுடைய மின்திறன் காரணி (power factor) உயர்வானது ($\cos \phi = 0{\cdot}96$). இந்த விளக்குகள் 160 வாட், 250 வாட், 500 வாட் ஆகிய மின்திறன் கொண்டவைகளாகக் கிடைக்கின்றன. இவ் விளக்குகளின் ஒளிப்பாய்வு முறையே 2900, 5500, 12,500 லூமென்களாகும். இந்த விளக்குகளின் ஆயுட்காலம் சுமார் 6000 எரி மணிகள். இவற்றின் ஒளிப்பாய்வு பயனுறுதிறன் (luminous efficiency) மிகக் குறைவு. இன்னும் அதிகமான நிறத் திருத்தம் (colour correction) கிடைக்கும் பொருட்டு இந்த விளக்குகளின் வெளிப்புறக் குமிழின் உட்புறம் தகுந்த ஒளிர்வுப் பொருளால் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

4-9-3-5. தன்னொளிர்வு விளக்குகள் (Flourescent Lamps)

அமைப்பு: இவை தாழ் அழுத்த (low pressure) பாதரச ஆவி விளக்குகளின் உருமாற்றங்களாகும். தன்னொளிர் விளக்கு

சுமார் 38 செ.மீ. விட்டமுடைய சிலிண்டர் வடிவ நீண்ட வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குழாயினால் ஆனது. இக் குழாயில் சிறிதளவு பாதரசமும் ஆர்கான் வாயுவும் சுமார் 10^{-4} வளியழுத்தத்தில் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். குழாயின் இரு முனைகளிலும் இரு ஊசி முனைகளையுடைய விளக்கு மூடி (2 pin lamp cap) படத்தில் காட்டியவாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.



1 முக்கூருள டங்ஸ்டன் கம்பி [Triple Tungsten Wire]

2. உலோக வளையம் [Metal ring]

3. தாழ்-அழுத்தத்திலுள்ள மந்த வாயுவும் பாதரச ஆவியும் (Inert gas under low pressure with mercury vapour)

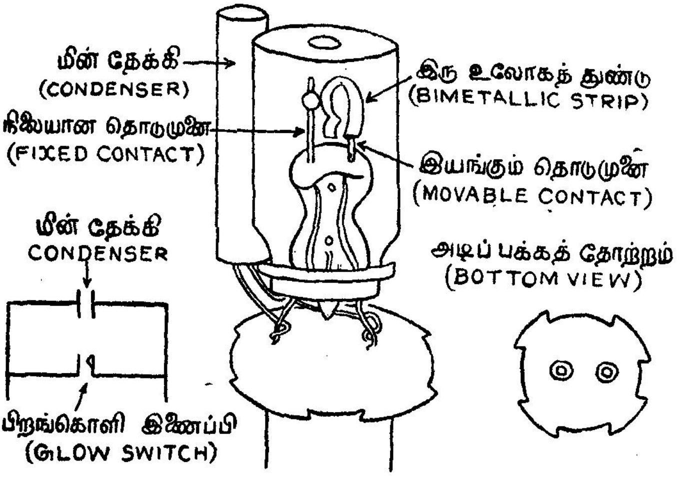
படம் 4-84.
இரு ஊசி முனைகளையுடைய விளக்கு மூடி

குழாயின் இருமுனைகளின் உட்புறத்தில், இரு மின் வாய்களைக் காற்று புகாமல் பொருத்தி, ஊசி முனைகளுடன் இணைக்கப்படும். இந்த மின் வாய்கள் முக்கூருள டங்ஸ்டன் கம்பிகளினால் ஆனது (triple tungsten wire). குறைந்த வெப்பநிலையில் அதிக அளவு எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் பொருட்டு, இம் மின் வாய்களுக்குப் பேரியம் (barium), ஸ்டிரான்டியம் (strontium) போன்ற ஆக்ஸைடுகளினால் பூச்சிடப்படும். சிதறடிக்கப்பட்ட ஆக்ஸைடு துகள்களைத் தடை செய்யும் பொருட்டு, மின் வாய்கள் உலோக வளையத்தினால் சூழப்பட்டிருக்கும். குழாயின் உட்புறச் சுவரின் மேற்பரப்பில் ஒருவகை ஒளிர்வுப் பொருள் தூளினால் (fluorescent powder) பூசப்பட்டுள்ளது. இவை புற ஊதாக் கதிர்களை உட்கிரகித்துக் கண்காணும் ஒளியாக மாற்றுகிறது.

மாறு திசை மின்னோட்டத் தோற்றுவாயுடன் நேரிடையாக இணைக்கப்படும் தன்னொளிர்வு விளக்குக்குச் சோக் (choke) என்னும் "மின் அடைப்பு" அல்லது மின் பொருண்மைச் சுருளும், நேர் மின்னோட்டத் தோற்றுவாயுடன் இணைக்கப்படும் விளக்குக்கு மின் தடையும் "நிலைப்படுத்தி"யாகப் (ballast) பயன்படுத்தப்படுகின்றது. தன்னொளிர்வு விளக்கு உறுதி நிலைப்பாட்டுடன் இயங்குவதற்கு விளக்கு மின்னழுத்தம் (lamp voltage) வழங்கும் மின்னழுத்தத்தில் (supply voltage) சுமார் 50 சதவீதம் இருக்க வேண்டும். ஆகவே, வழங்கு மின்னழுத்தத்தின் மிகுதி மின்னழுத்தம் அடைப்புச் (அல்லது மின் பொருண்மை) சுருளிலோ அல்லது மின்

தடையிலோ வீழ்ச்சியுறும். விளக்கின் தொடர் நிலையில் மின் பொருண்மைச் சுருளினை இணைப்பதால், மின் திறன் காரணி (power factor) குறைகிறது. தேவையான அளவிற்கு மின் திறன் காரணியை அதிகரிக்க, மின் தேக்கி (capacitor) விளக்கிற்கு வழங்கப்படும் மாறு திசை மின்னோட்டத் தோற்றுவாயின் குறுக்கே இணைக்கப்படும்.

விளக்கின் மின் வாய்களுக்கிடையே, குளிர்ந்த நிலையில் மின் வில்லினைத் தோற்றுவிக்க மிக உயர் மின்னழுத்தம் தேவை. இந்த உயர் மின்னழுத்தத்தின் அளவினை ஓரளவு குறைக்கும் பொருட்டும் மின் வாய்கள் நீடித்து உழைப்பதற்கும் மின் வாய்களுக்கிடையே மின் வில் தோற்றுவிக்கப் படுவதற்கு முன்னதாக மின் வாய்களை, எலெக்ட்ரான்களை வெளியிடும் அளவுக்குச் சூடுபடுத்த வேண்டியுள்ளது. தன்னொளிர்வு விளக்கு இயங்குவதற்குச் சுமார் 115 வோல்ட்டு (வழங்கு மின்னழுத்தமாகிய 230 வோல்ட்டில் 50 சத வீதம்) போதுமானதென்றாலும், தொடக்கத்தில் மின்வாய்களுக்கிடையே மின் வில்லினைத் தோற்றுவிக்கக் கிட்டத்தட்ட 1000 வோல்ட்டு தேவைப்படும். மேற்கூறியவற்றை நிகழ்த்துவதற்கு உறுதுணையாக விளங்கும் கருவி தொடக்க இணைப்பி (starting switch) ஆகும். பிறங்கொளி (glow) வகை வெப்ப (thermal) வகை தொடக்க இணைப்பிகள் உண்டு.

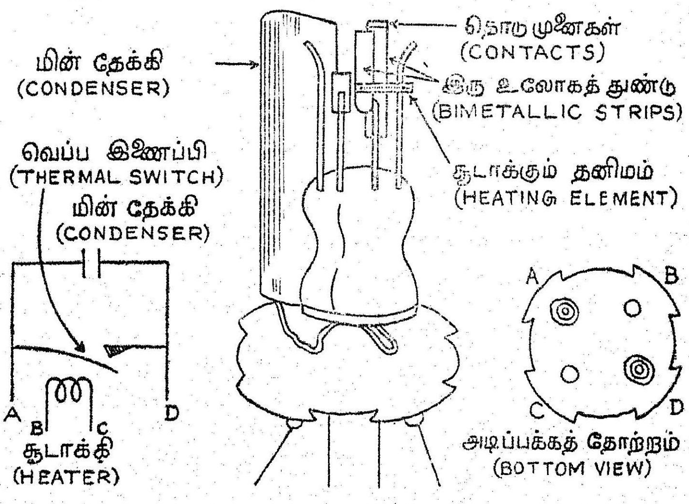


படம் 4.85.
பிறங்கொளி தொடக்க இணைப்பி

பிறங்கொளி தொடக்க இணைப்பி (Glow starting switch) : இந்த தொடக்க வகை இணைப்பி குறைந்த அழுத்தத்தில் ஹீலியம்

(helium) என்னும் மந்தவாயுவினால் நிரப்பப்பட்ட நுண்ணியக் கண்ணாடிக் குமிழினுலானது (படம் 4-85). இக்குமிழினுள் இரு மின்வாய்கள் உள்ளன. ஒன்று நிலைபெயரா தொடுமுனை (fixed contact); மற்றொன்று இரு-உலோகத்துண்டில் (bimetallic strip ஆன இயங்கும் தொடுமுனை (movable contact). குளிர்ந்த நிலையில் மின்வாய்கள் திறந்த நிலையில் இருக்கும். பிறங்கொளியினால் சூடு படுத்தினால் இரு-உலோகத் துண்டு (bimetallic strip) விரிவடைந்து இரு-தொடுமுனைகளையும் இணைக்கும். தன்னொளிர்வு விளக்கில் ஏற்படும் மின்னிறக்கத்தினால் உயர் அலைவெண் அதிர்வுகளின் கதிர் வீச்சுகள் (radiations of high frequency oscillations) உண்டாகி வானொலி குறுக்கீடுகளை விளைவிக்கும். வானொலி குறுக்கீடுகளைக் (radio interferences) கிளை வழியில் செலுத்தி ஒதுக்குவதற்காக, பிறங்கொளி-தொடக்க-இணைப்பியின் குறுக்கே மின் தேக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

வெப்பத் தொடக்க இணைப்பியில் (thermal starting switch) உள்ள இரு-உலோகத் துண்டு (bi-metallic strip) பிறங்கொளி



படம் 4-86.
வெப்பத் தொடக்கி இணைப்பி

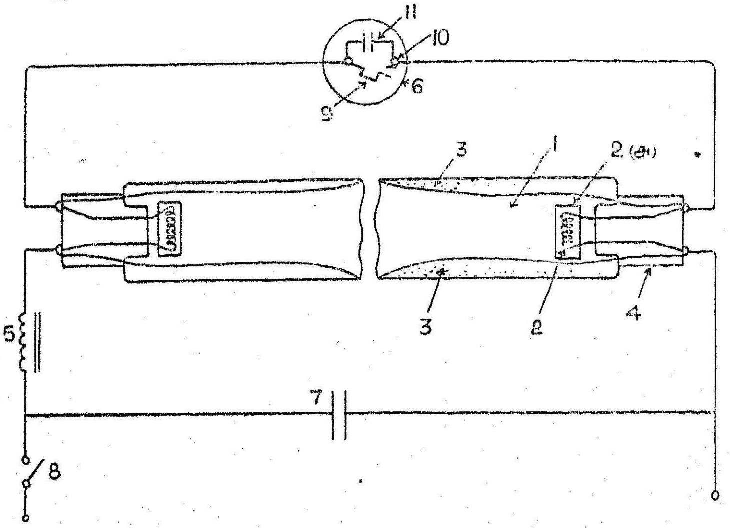
மின்னிறக்கத்தினால் சூடாக்கப் படுவதற்குப் பதிலாக தனிப்பட்ட சூடாக்கும் சுருளினால் (separate heating coil) வெப்பமடைகிறது (படம் 4-86). சூடாக்கும் சுருள் மின் சுற்றதருடன் தொடர் நிலையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சூடாக்கும் சுருள் குளிர்ந்த நிலையில் இருக்

கும் பொழுது, அதாவது மின்னோட்டம் அதனூடே பாயாத பொழுது, அதன் தொடுமுனைகள் மூடிய நிலையிலே இருக்கும். சூடாக்கும் சுருளின் வழியாக மின்னோட்டமிருக்கும் பொழுது, இரு-உலோகத் துண்டு (bi-metallic strip) விரிவடைந்து மூடிய நிலையிலிருந்த தொடுமுனைகளைத் திறந்த நிலைக்குக் கொணருகின்றது.

தன்னொளிர்வு விளக்கு வேலை செய்யும் விதம்

இந்த விளக்கின் மின்னிறக்கக் குழாயுடன், மின் பொருண்மைச் சுருள் (choke), தொடக்க இணைப்பி (starting switch), மின் தேக்கிகள் (capacitor's) ஆகியவை படம் 4-87-ல் காட்டியபடி மின் சுற்றதருடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் குறிப்பிட்டுள்ள தொடக்க இணைப்பி வெந்தழலொளி அல்லது பிறங்கொளி (glow) வகையினைச் சார்ந்தது. தலையாய இணைப்பியினை (main switch) மூடியவுடன், மாறு திசை மின்னோட்டத் தோற்று வாயின் முழு மின்னழுத்தமும் தொடக்க-இணைப்பியின் குறுக்கே வழங்கப்படுகிறது. இதனால் தொடக்க-இணைப்பியின் தொடு முனைகளுக்கிடையே பிறங்கொளி மின்னிறக்கம் (glow discharge) ஏற்படுகிறது. இந்த மின்னிறக்கம் தொடக்க இணைப்பியிலுள்ள இரு-உலோகத் துண்டினைச் (bi-metallic strip) சூடாக்குகிறது. சூடாக்கம் பெற்ற இரு-உலோகத்துண்டு நிலைபெயராத தொடுமுனை நோக்கி வளைந்து தொடுகின்றது. இதனால் மின்னிறக்கக்குழாயின் மின் வாய்கள், மின் பொருண்மைச் சுருள் ஆகியவை மின் சுற்றதருடன் தொடர் நிலையில் இணைக்கப்படுகின்றன. தொடக்க-இணைப்பியின் தொடு முனைகள் மூடப்பட்டிருப்பதால் இச் சுற்றதரில் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இந்த மின்னோட்ட அளவினை, மின்-பொருண்மைச் சுருள், மின் வாய்கள் ஆகியவற்றின் மறிப்பு (impedance) வரம்புக்குட்படுத்துகிறது. இந்த மின்னோட்டம் மின்னிறக்கக் குழாயின் மின் வாய்களைச் சூடாக்கி எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடச் செய்கின்றது. அதே சமயத்தில், தொடக்க-இணைப்பியின் தொடுமுனைகள் மூடப்படுவதால் வெந்தழலொளி அல்லது பிறங்கொளி மறைந்து இரு-உலோகத்துண்டு சுருக்கமடைந்து மீண்டும் நிலைபெயராத தொடுமுனையில் (fixed contact) இருந்து பிரிகிறது. இதனால் மின் பொருண்மைச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் தடைபடுகிறது. மின் பொருண்மைச் சுருளின் தூண்டல் (inductance) மிகுதி ஆகையால், அதனூடே பாயும் மின்னோட்டம் தடைபடுவதால், $e = L\frac{dI}{dt}$ என்ற வாய்பாட்டின்படி உயர் மின் அழுத்தப் பேரலை (high voltage surge) மின்னோட்டம் தடை

படும் அக் கண நேரத்தில் ஏற்படுகிறது. இந்த உயர் மின் அழுத்தப் பேரலை மின் வாய்களின் குறுக்கே செலுத்தப்படுவதால், பாதரச ஆவி முறிந்து வில் மின்னிறக்கம் (arc discharge) ஏற்படுகிறது.



படம் 4-87.
தன்னொளிர்வு விளக்கின் மின் சுற்றதர்

1. குழாயின் உட்புறத்திலுள்ள தாழ் அழுத்த பாதரச ஆவியும், ஆர்கான் வாயுவும்
2. ஆக்சைடினால் பூசப்பட்ட மின்வாய்
2 (அ). உலோக வளையம் (Metal ring)
3 ஒளிர்வுப் பொருள் தூள் (Fluorescent powder)
4 விளக்கு மூடி (Lamp cap)
5. மின் பொருண்மைச் சுருள் (Choke)
6. பிறங்கொளி வகை தொடக்க-இணைப்பி (Glow type starting switch)
7. மின் திறன் காரணியைச் சரி செய்யும் மின் தேக்கி (Power factor correction capacitor)
8. தலையாய இணைப்பி (Main switch)
9. தொடக்க-இணைப்பயின் இரு-உலோகத் துண்டாலான (Bi-metallic strip) தொடுமுனை
10. நிலைபெயராத தொடுமுனை (Fixed contact)
11. வானொலி குறுக்கீடுகளைக் கிளைவழி செலுத்தும் மின் தேக்கி.

அதாவது மின் வாய்களிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான் பாதரச ஆவியின் அணுக்களுடன் மோதி பாதரச ஆவியின் அணுக்

களின் வெளிப்புறக் கூட்டிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களைக் கிளர்வுறச் செய்கின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்தல் நிலையிலிருந்து இயல்பான நிலைக்குத் திரும்பும்பொழுது ஆற்றல் கதிர்வீச்சாக (2537 ஆ. அலகில்) வெளிவிடப்படுகின்றன. இங்ஙனம் உண்டாக்கப்பட்ட புற ஊதாக் கதிர்கள் குழாயின் உட்புறச் சுவரின் மேற்பரப்பில் பூசப்பட்டுள்ள ஒளிரும் பொருளின் மீது பட்டு, வெளி வருகையில் கதிர்வீச்சுகளின் அலை நீளம் அதிகமாகி, கண்ணுறும் ஒளியாக மாற்றுகின்றது. ஒளிரும் பொருள்கள் விளக்கின் பயனுறுதிறனை அத்கரிப்பதோடல்லாமல், தேவையான ஒளி நிறத்தினையும் கொடுக்கக்கூடியவை.

மின் வாய்களிடையே வில் மின்னிறக்கம் ஏற்பட்ட பிறகு அதனை நிலைநிறுத்தத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தம் சுமார் 115 வோல்ட்டு. வழங்கும் மின்னழுத்தத்தில் மிகுதி மின்னழுத்தம் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்பொருண்மைச் சுருளில் வீழ்ச்சியுறுகிறது. ஆகவே, மின்பொருண்மைச் சுருள் விளக்கினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தினை வரம்புக்குட்படுத்தி, விளக்கு உறுதிநிலைப்பாட்டுடன் இயங்க உதவுகிறது. தன்னொளிர் விளக்கு இயல்பாக இயங்கும்பொழுது, தொடக்க-இணைப்பியின் தொடுமுனைகளுக்கிடையே கிடைக்கும் மின்னழுத்தம், விளக்கின் இயக்க மின்னழுத்தமாகும் அதாவது சுமார் 115 வோல்ட்டு. இந்தக் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில், தொடக்க இணைப்பியின் தொடுமுனைகளுக்கிடையே பிறங்கொளி மின்னிறக்கம் ஏற்படாது. ஆகவே தான் தன்னொளிர்வு விளக்கானது செயல்படும்பொழுது தொடக்க-இணைப்பியின் தொடுமுனைகள் திறந்த நிலையிலேயே இருக்கின்றன.

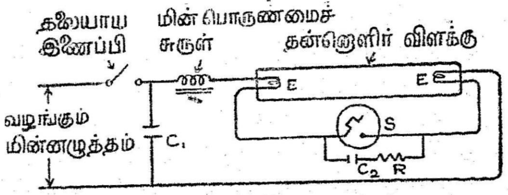
தன்னொளிர்வு விளக்கினைத் தொடங்க முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியவை பின்வருமாறு :

(i) இரு மின்வாய்களுக்கிடையே மின் வில்லினைத் தோற்றுவிப்பதற்கு முன்பு, அவற்றை எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் அளவுக்குச் சூடாக்க வேண்டும்.

(ii) தொடக்க இணைப்பி அல்லது தொடக்கியின் (starter) மூலம் விளக்கின் மின் சுற்றுவழியில் செல்லும் மின்னோட்டம் தடைபட வேண்டும்.

(iii) கொடுக்கப்படும் விளக்கின் மின்னழுத்தமும், அந்த விளக்கின் மின்திறனுக்கேற்ற மின்பொருண்மைச் சுருளின் திட்டவரை இருக்கவேண்டும்.

இந்த விளக்கில் பயன்படுத்தப்படும் மின்பொருண்மைச் சுருள் இரு வழிகளில் பயன்படுகிறது (i) வில்-மின்னிறக்கத்தினை மின்வாய்களுக்கிடையே நிலைநிறுத்தத் தேவைப்படும் கணநேர உயர்மின்னழுத்தப் பேரலையை உண்டாக்குகிறது. (2) விளக்கு இயல்பான நிலையில் செயல்படும்பொழுது, மின்னிறக்கக் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தினை வரம்புக்குட்படுத்துகிறது. 122 மி.மீ நீளமும் 38 மி.மீ விட்டமும் உடைய 40 வாட் மின்திறன் கொண்ட மின்னிறக்கக் குழாயுடன் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்படும் மின் பொருண்மைச் சுருளின் (choke) விளக்க விவரம் (specification) 220V, 50U, 40W, மின்திறன் காரணி = 0·5 ஆம்பியர் 0·44. இந்தக் குறைந்த மின்திறன் காரணியைச் சுமார் 0·9-க்குக் கொணர்ந்து சரி செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்தேக்கியின் விளக்க விவரம் 250V. 4 $\mu F \pm 10\%$, 80°C. வானொலி குறுக்கீடுகளைக் கிளைவழி செலுத்தி ஒதுக்குவதற்காகத் தொடக்க இணைப்பியின் குறுக்கே பயன்படுத்தப்படும் மின்தேக்கியின் மதிப்புச் சுமார் 0·02 μF. சிற்சில சமயங்களில் 0·02 μF மின்தேக்கிக்குப் பதிலாக 0·05 μF மின்தேக்கியுடன் தொடர்நிலையில் 100 ஓம் மின்தடையினையும் இணைப்பர் (படம் 4-88).



படம் 4-88.

பிறங்கொளி வகை தொடக்க இணைப்பியின் மூலம் தொடங்கப்படும் விளக்கின் மின் சுற்றதர்

E, E—மின் வாய்கள்

C_1 —மின்திறன் காரணி சரிப்படுத்தும் மின்தேக்கி

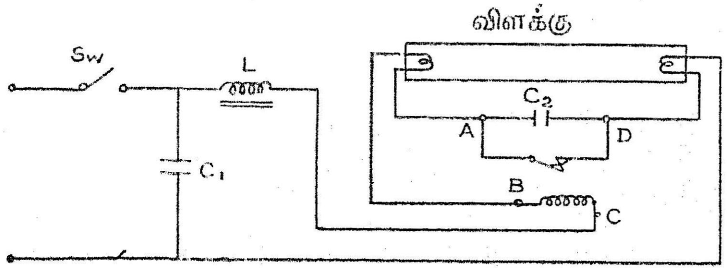
C_2 —மின் தேக்கி (வானொலி குறுக்கீடுகளைக் கிளை வழிப்படுத்து

R —மின் தடை

S —பிறங்கொளி தொடக்க இணைப்பி

இந்த மின்தேக்கி (C_2) தொடக்க-இணைப்பியின் தொ(னூடே மின்னிறக்கம் செய்து, அத் தொடுமுனைகள் டொன்று ஒட்டிக்கொள்ளாதவாறு தடுக்க இம் ı R தேவைப்படுகிறது.

வெப்ப வகைத் தொடக்க இணைப்பியினைப் பயன்படுத்தி இயங்க வைக்கும், தன்னொளிர்வு விளக்கு படம் 4-89-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 4-89.

வெப்பத் தொடக்க இணைப்பியின் மூலம் இயங்க வைக்கும் தன்னொளிர்வு விளக்கு

S_W—தலையாய இணைப்பி

C_1—மின் திறன் காரணி திருத்தி

C_2—வானொலி குறுக்கீடுகளை அகற்றும் மின் தேக்கி

B-C —வெப்பத் தொடக்க இணைப்பியின் சூடாக்கி (Heater)

A-D —சூடாக்கியின் தொடுமுனைகள்

தலையாய இணைப்பியினை மூடியவுடன் மின்னோட்டம் மின் பொருண்மைச் சுருள் (choke), தொடக்க-இணைப்பியின் சூடாக்கி (heater), மின்னிறக்கக் குழாயின் மின்வாய்கள் ஆகியவற்றின் வழியாகப் பாய்கிறது. இந்த மின்னோட்டம் குழாயில் உள்ள மின்வாய்களைச் சூடாக்கி எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடச் செய்கின்றன. இந்த அமைப்பின்மூலம் மின்வாய்களுக்கிடையே மின்வில் தோற்றுவிக்கப்படுவதற்கு முன்பே, நிச்சயமாக மின் வாய்கள் சூடுபடுத்தப்படுகின்றன (positive preheating). ஆகவே, 80 வாட் மின்திறன் விளக்குகளுக்கு இந்த அமைப்பு சிறந்தாயுள்ளது. மினவாய்கள் சூடுபடுத்தப்படும் அதே சமயத்தில் சூடாக்கியும் (heater) வெப்பமடைகிறது. வெப்பமடைந்த சூடாக்கி அதற்கருகிலுள்ள இரு உலோகத் துண்டாலான தொடுமுனைகளைச் சூடுபடுத்துகின்றது. இதன் விளைவாகத் தொட்டுக்கொண்டிருந்த தொடுமுனைகள் மேல்நோக்கி விரிவடைந்து, பிரிகின்றன. இதனால் மின்பொருண்மைச் சுருளின் மின்னோட்டம் தடைப்பட்டு, உயர் மின்னழுத்தப் பேரலையை

குழாயினை எரித்தழித்து விடும். இந்த விளக்குகளின் மேலுறை மின்வாய்களுக்கிடையே உண்டாக்கி, வில் மின்னிறக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த விளக்கு இயல்பாக இயங்கிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது, மின்னோட்டம் தொடர்ந்து தொடக்க-இணைப்பியின் சூடாக்கும் சுருளின் வழியாகப் பாய்வதால், தொடக்கியின் இரு உலோகத்தாலான தொடுமுனைகள் திறந்த நிலையிலேயே இருக்கும். இந்த வகை தொடக்க-இணைப்பியில் நான்கு இணைப்புக் கம்பிகளை வெளியில் கொணரவேண்டும். ஆனால், பிறங்கொளி-தொடக்க-இணைப்பியில் இரண்டு இணைப்புக் கம்பிகளோ வெளியில் எடுத்துவரப்படுகிறது. வெப்பத் தொடக்க-இணைப்பியின்மூலம் விளக்கினைச் சீக்கிரத்தில் எரிய வைக்கலாம். ஆனால், இத் தொடக்க-இணைப்பியிலுள்ள சூடாக்கும் சுருளினூடே விளக்கு எரியும்போதெல்லாம் மின்னோட்டம் தொடர்ந்து செல்வதால், சூடாக்கும் சுருள் எரிந்துபோகும் வாய்ப்பினையுடையது.

தன்னொளிர்வு விளக்கின் அடிப்படை விவரப்பட்டியல் அடுத்த பக்கத்தில் உள்ள அட்டவணை 4-28-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

தன்னொளிர்வு விளக்குகளுக்கும், மின் விளக்குகளுக்கும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்

1. தன்னொளிர்வு விளக்குகளால் பெறக்கூடிய ஒளியின் அளவு இது எடுத்துக்கொள்ளும் அதே அளவு மின்திறன் கொண்ட சாதாரண மின்னிழை விளக்குகளைக் காட்டிலும் மிக அதிகம். எடுத்துக்காட்டாக 40 வாட்கள் தன்னொளிர்வு விளக்கின் ஒளிப் பாய்வு வெளிப்பாடு (lumen output) 2770 லூமென்கள். அதே அளவு வாட்கள் திறன் கொண்ட மின்னிழை விளக்கின் ஒளி வெளிப்பாடு சுமார் 425 லூமென்கள்; அதாவது தன்னொளிர்வு விளக்கின் பயனுறுதிறன் (லூமென்/வாட்) மின்னிழை விளக்கின் பயனுறுதிறனைக் காட்டிலும் அதிகமானது.

2. தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் மின்னிழை விளக்குகளைக் காட்டிலும் மின்னாற்றல் சிக்கனமாகச் செலவிடப்படுகிறது. மின்னிழை விளக்குகளின் ஆற்றலின் பெரும் பகுதி வெப்பமாக வீணடிக்கப்படுகிறது. தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் மிகக் குறைந்த ஆற்றலே வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. மேலும், பயன்படுத்தாமல் போகக்கூடியதும் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடியதுமான புறஊதாக் கதிர்களைத் தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் உள்ள ஒளிர்பொருள்கள் உட்கவர்ந்து பயன்தரும் நன்மை பயக்கும் கண்காணும் ஒளியாக மாற்றுகிறது. இங்ஙனம் மாற்றுவதற்குத் தன்னொளிர்வுப் பொருள்

அட்டவணை 4-28.

மின் திறன் (வாட்கள்)	குழாயின் நீளம் (செ.மீ)	குழாயின் விட்டம் (மி.மீ)	விளக்கு மூடி	ஒளியின் நிறம்	ஒளிப்பாய்வு (லூமென்)	ஒளிப்பொலிவு (வத்தி/செ.மீ²) cd/cm²
20	61	38	இரு ஊசி முனை (Bipin)	வெண்மை (White)	1160	0·65
				குளிர்ந்த பகலொளி (Cool daylight)	970	0·50
40	122	38	இரு ஊசி முனை	வெண்மை	2770	0·70
				குளிர்ந்த பகலொளி	2440	0·55
65—80 65 வாட் மின் திறனில் பயன் படுத்தினால்	152	38	இரு ஊசி முனை	குளிர்ந்த பகலொளி	4000	0·73
65—80 80 வாட் மின் திறனில் பயன் படுத்தினால்	152	38	இரு ஊசி முனை	குளிர்ந்த பகலொளி	4440	0·85

கள் கூடுதலான மின்னாற்றல் எதனையும் எடுத்துக்கொள்வதில்லை.

3. தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் மின்னிழை விளக்கின் சராசரி வாழ்நாளைக் காட்டிலும் மூன்று மடங்கு இருக்கும். சாதாரண மின்னிழை விளக்கின் ஆயுள் 1000 மணிகள்தான். ஆனால், தன்னொளிர்வு விளக்கின் ஆயுளோ 3000 மணிக்கு மேலிருக்கும். இந்த வேறுபாட்டிற்குக் காரணம் என்னவென்றால் தன்னொளிர்வு விளக்கின் மின்வாய்கள் கனமான டங்ஸ்டன் கம்பியினால் குறுகிய சுருளாகச் சுற்றப்பட்டிருப்பதால், அவை எளிதில் சேதமடைவதில்லை. ஆனால், மின்னிழை விளக்கின் இழை நுண்ணியதாகவும், எளிதில் நொறுங்கி அழிந்துவிடக்கூடியதுமாக இருப்பதால், எந்த ஒரு சிறு அதிர்ச்சியினாலும் ஒடிந்துபோகும்.

4. தன்னொளிர்வு விளக்குகளைத் தயாரிப்பதில், மிக உயர்ந்த தொழில் நுணுக்கமும், ஆழ்ந்த கவனமும், நல்ல கைத்திறமும் தேவை. மேலும், இந்த விளக்கின் விலை மின்னிழை விளக்கினை காட்டிலும் மிக உயர்வு எனினும், இந்த உயர்ந்த விலையானது தன்னொளிர்வு விளக்கின்மூலம் கிடைக்கும் மிகையான வெளிச்சத்தினாலும், நீண்டு உழைப்பதாலும், மின்னாற்றல் சிக்கனமாகச் செலவிடப்படுவதாலும், ஈடுகட்டப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக சுமார் 4440 லூமென்கள் ஒளிப்பாய்வினைத் தரக்கூடிய 80 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட தன்னொளிர்வு விளக்கு ஒன்றினைக் கொண்டு குறிப்பிட்ட பரப்பளவிற்கு ஒளி விளக்கம் செய்வதாகக் கொள்வோம். இந்தப் பரப்பளவிற்கு, அதே அளவு ஒளி விளக்கம் கொடுக்க வேண்டுமானால் கிட்டத்தட்ட 300 வாட்கள் கொண்ட மின்னிழை விளக்குத் தேவைப்படும். இவ்விரண்டு விளக்குகளின் தொடக்கச் செலவு (initial cost) அவற்றை இயங்க வைக்கும் செலவு (running cost) ஆகியவற்றினை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்போம் (அட்டவணை 4-29 பார்க்க).

ஆகவே, இந்த இருவிதமான விளக்குகளை அமைத்து அவற்றை 500 மணிகள் வரை இயங்கச் செய்தால், இந்த இரு விளக்குகளுக்கும் ஆகும் மொத்தச் செலவு ஒன்றாக இருக்கிறது. அதற்குப் பிறகு தன்னொளிர்வு விளக்கினால் ஏற்படும் மின்னாற்றல் செலவு மின்னிழை விளக்கினால் ஏற்படும் மின்னாற்றல் செலவில் ¼ பங்கு தான் இருக்கும். மேலும், மின்னிழை விளக்கின் சராசரி வாழ்நாளைத் தன்னொளிர்வு விளக்கின் சராசரி வாழ்நாளுடன் ஒப்பிடும்பொழுது

குறைவு. ஆகவே விளக்கின் சராசரி வாழ்நாளைப் பொறுத்தும்கூட இதில் சிக்கன முள்ளது.

அட்டவணை 4-29.

	தன்னொளிர்வு விளக்கு ரூ. பை	மின்னிழை விளக்கு ரூ. பை
(அ) தொடக்கச் செலவு	39·20	4·00
(ஆ) 500 மணிகள் வரை இயங்க வைத்தால் ஏற்படும் மின்னாற்றல் செலவுக்கான கட்டணம் 32 பைசா/யூனிட்டு வீதம்	12·80	48·00
மொத்தம்	52·00	52·00

5. பெரும்பான்மையான தன்னொளிர்வு விளக்குகள் பல செ.மீ. நீளமுடைய கண்ணாடிக் குழாய்களில் செய்யப்படுவதால் குழாய்களின் முழு நீளத்திலிருந்தும் ஒளி வருகின்றது. இங்ஙனம் ஒளி ஒரே சீராகப் பரவி விரவியுள்ளதால், இவற்றால் விழுகின்ற நிழல்கள் அடர்த்தி குறைந்து காணப்படும். கண் கூசுதலும் குறைவாயிருக்கும். ஆனால் மின்னிழை விளக்கில், ஒரு சிறிய கம்பிச் சுருளிலிருந்து வருகின்ற ஒளி கண்ணினைச் கூசச் செய்வதுடன் அடர்ந்த நிழல்களை உண்டுபண்ணும்.

6. பல்வேறு நிறங்களை மின்னிழை விளக்குகளிலிருந்து பெற வேண்டுமானால், வெவ்வேறு நிறம் கொண்ட கண்ணாடிக் குமிழ்களைப் பயன் படுத்த வேண்டும். மேலும், இந்த மாதிரியான நிறக் கண்ணாடிகள், விளக்கின் பயனுறுதிறனைக் குறைத்து விடும். ஆனால், தன்னொளிர்வு விளக்குகளைக் கொண்டு பகல் வெளிச்சத்தைப் போன்றே இருக்கும் ஒளியினை உண்டாக்க முடியும். தோடு மட்டுமல்லாமல் நாம் விரும்பும் எந்த நிறத்தையும் சரியான ஒளிர்வுப் பொருளைப் பயன்படுத்திப் பெற முடியும்.

7. தன்னொளிர்வு விளக்குகள் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில் வேலை செய்யுமாறு தயாரிக்கப் படுகின்றன. அதாவது 110 வோல்டு இயங்கும் மின்னழுத்தம் கொண்ட தன்னொளிர்வு விளக்கினை 230 வோல்ட்டு மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னூற்ற வாயுடன் (A. C. Source) இணைக்க வேண்டுமானால், பொருத்தமான மின் பொருண்மைச் சுருளைக் கொண்டுதான் சரி செய்ய வேண்டும். பொதுவாக மின் பொருண்மைச் சுருள் அதனுடைய திட்டவரை மின்னழுத்தத்தில் $\pm$ 7 சதவீத மாறுபாடு இருந்தால், அந்த வேறுபாட்டினைத் தாங்கும் சக்தி வாய்ந்ததாய்த் தயாரிக்கப் படுகின்றது. எனவே, தன்னொளிர்வு விளக்குகள் சிறு மின்னழுத்த வேறுபாடுகளினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆனால், மின்னிழை விளக்குகளில் சிறு மின்னழுத்த வேறுபாடுகளிலிருந்தாலும், அவ் விளக்குகளின் லூமென் வெளிப்பாட்டுத் திறன் மிகுதியாகப் பாதிக்கப் படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக 5 சதவீத உயர் மின்னழுத்தம், லூமென் வெளிப்பாட்டில் 20 சதவீதம் அதிகரிக்கச் செய்கிறது. ஆனால், மின்னிழை விளக்கின் ஆயுட்காலம் பாதி அளவாகக் குறைக்கப் படுகிறது. மாறாக 5 சதவீதம் குறை மின்னழுத்தம், லூமென் வெளிப்பாட்டில் சுமார் 20 சதவீதம் குறைத்து ஆயுட் தன்மையினை இரட்டிக்கச் செய்கிறது.

8. மின்னிழை விளக்குகளின் ஒளிப் பொலிவு சுமார் 700 கேண்டலா/செ.மீ.^{2} ஆனால், தன்னொளிர்வு விளக்கின் ஒளிப் பொலிவு சுமார் 0·8 கேண்டலா/செ.மீ. ஆகவே, தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் கண் கூசுதல் இல்லை. தவிர மின்னிழை விளக்குகள் இயற்கை வெளிச்சத்தை ஒத்திருப்பதால் பொருள்களை எளிதில் சரிபார்க்க முடிகிறது. ஆனால், தன்னொளிர்வு விளக்குகளைக் கொண்டு பொருள்களைச் சரி பார்த்தல் அதன் இயற்கையொளியினின்று சிறிது மாறுபாடுடையதாய்த் தோன்றும். (குறிப்பாக நீல நிறத்துணிகள் தன்னொளிர்வு விளக்குகளைக் கொண்டு நாம் பார்க்கும் போது அவைகள் அவற்றின் இயற்கையொளியினின்றி மாறுபட்டிருப்பதைக் காணலாம்.)

9. தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் சார்பு சுழல் விளைவு (stroboscopic effect) உள்ளது. ஆனால், மின்னிழை விளக்குகளால் இத் தன்மை விளைவு கிடையாது.

10. மின்னிழை விளக்குகள் உயர் வெப்ப நிலையில் இயங்குவதால் வெப்பக் கதிர் வீசல்கள் உண்டு. ஆனால், தன்னொளிர்வு விளக்குகளில் அவை செயல்படும் வெப்ப நிலை (working

temperat ure) குறைவானதால். இம் மாதிரியான விளைவுகளுக்கு இடமே இல்லை.

11. இரு விளக்குகளிலும் அவை இயங்கும் நேரம் அதிகமானால், அவற்றின் லூமென் வெளிப்பாடும் (output) குறைகிறது. மின்னிழை விளக்கோடு ஒத்திட்டுப் பார்க்கும்போது தன்னொளிர்வு விளக்கின் லூமென் வெளிப்பாடு குறையும் வீதம் அதிகம்.

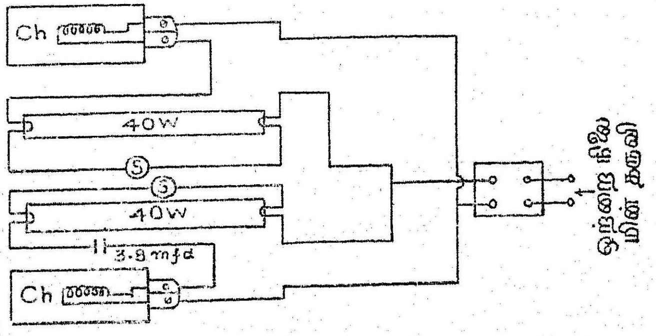
12 மின்னிழை விளக்கில் மின் அழுத்தம் அதிகரித்தால் ஒரு வாட் மின் திறனின் லூமென் வெளிப்பாடும் அதிகமாகும். ஆனால், தன்னொளிர்வு விளக்கில் இந்த மாறுதல் ஏற்படுவதில்லை. மாறாக, ஒளி வெளிப்பாட்டினை அதிகரிக்க வேண்டுமானால் குழாயின் நீளத்தையாவது அதிகரிக்க வேண்டும். அல்லது தன்னொளிர்வு விளக்கின் இயங்கு மின்னழுத்தத்தையாவது அதிகமாக்க வேண்டும்.

4-9-3-6. சார்பு-சுழல் விளைவு (Stroboscopic Effect)

50 ஹெர்ட்சு (Hertz) அலைவெண் கொண்ட ஒரு மின்னூற்று வாயுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்னிறக்க விளக்குகளில் ஏற்படும் மின்னறக்கம் ஒரு வினாடியில் 100 முறை சுழி மதிப்பை அடைகிறது. நம் கண் நிலையான பார்வையினை உடையதால் விரைந்து செல்லும் இச் சிறு மாறுதலினை உணர்ந்தறியும் ஆற்றலற்றது. மின்னிறக்க விளக்கின் ஒளி, அசையும் பொருள்களின்மீது பட்டால், அந்த அசையும் பொருள்களின் வேகத்திற்கேற்ப, அப் பொருள்களின் தோற்ற அசைவு மாறுபடும். அசையும் பொருள்களின் வேகம் குழாயில் ஏற்படும் மின்னிறக்கத்தின் வேகத்திற்குச் சரியாயிருந்தால் அசையும் பொருள், அசையா நிலையிலிருப்பதாகத் தோன்றும். இந்த நிலையில் சார்பு வேகம் (relative speed) சுழி மதிப்பாகும். அசையும் பொருள்களின் வேகம் குறைந்திருந்தால், அப் பொருள் உண்மையிலேயே வேகமாகச் சுற்றினாலும் மெதுவாகச் சுற்றுவதுபோலத் தோன்றும். அசையும் பொருள் மிக வேகமாகச் சுழன்றால் இந்த அசையும் பொருள் எதிர்த்திசையில் செல்வதாகத் தோன்றும். இந்த விளைவுக்குத்தான் 'சார்பு சுழல் விளைவு' என்று பெயர். இந்த விளைவு விபத்துக்கள் ஏற்படுவதற்குச் சாதகமாய் இருப்பதால் இந்த விளைவு கொண்ட ஒளி அமைப்பினைத் தொழிற்சாலைகளில் அனுமதிக்கக்கூடாது. ஆனால், மின்னிழை விளக்கில் வெப்பக் கொள்திறன் (thermal capacity) இப்படிப்பட்ட ஒளி மாறுதல்களைச் சரிசம நிலைமையுடையதாக்குகிறது. இதனால் சார்பு சுழல் விளைவினைக் காண முடிவதில்லை.

இந்தச் சார்பு சுழல் விளைவினை மின் தடையினைக் காட்டிலும் மின் பொருண்மைச் சுருளை நிலை நிறுத்தியாகப் (ballast) பயன்படுத்தினால் சிறதளவு கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும், ஒளிர் விளக்கின் உள் மேற்புறத்தில் பூச்சிடப்பட்ட பாஸ்ஃபரஸ் (phosphorus) என்னும் ஒளிர்பொருள்களினுடைய உடன் ஒளிர் (luminescence) சிறிதுநேரம் நிலைத்திருப்பதால் குழாயினூடே பாயும், வில் மின்னோட்டம் சுழிமதிப்புக்கு இறங்கும் காலப் பகுதியை நிரப்புகிறது. இதன் விளைவாக ஒளிர் விளக்குகளில் ஏற்படும் இமைத்தல் (flicker) மற்ற மின்னிறக்க விளக்குகளைக் காட்டிலும் குறைவாகயிருக்கிறது. இந்த இமைத்தல் தன்மை 50 ஹெர்ட்சு (Hertz) கொண்ட அலைவெண்ணைக் காட்டிலும் 25 ஹெர்ட்சு அலைவெண்ணில் மிகுந்து காணப்படும். 400 ஹெர்ட்சு போன்ற உயர் அலைவெண்ணில் இந்த வகை இமைத்தல் இராது. கீழ்க்கண்ட இரு வழிகளிலும் சார்பு சுழல் விளைவினைக் குறைக்கலாம்.

1. முந்நிலை மின்தருவி (3 phase supply) கிடைப்பதாயிருந்தால் மூன்று ஒளிர்விளக்குகளை, வெவ்வேறு நிலை (phase) கொண்ட



படம் 4-90.

இரட்டைத் தன்னொளிர்வு விளக்குகளின் சுற்றதர்
(Two fluorescent lamps circuit)

Ch—மின் பொருண்மைச் சுருள் ; S—தொடக்க இணைப்பி (Starting switch)

மின் தருவியுடன் இணைத்தால், மொத்த ஒளியின் அளவு எந்த நேரத்திலும் சுழிமதிப்பினை அடைவதில்லை. அதாவது எல்லா நேரங்களிலும் ஒளி இருந்துகொண்டே இருக்கும். ஆகவே, இமைத்தல் தன்மையினைக் காணமுடியாது.

2. ஒற்றை நிலை மின் தருவி (single phase supply) கிடைத்தால் இரட்டைக்குழாய் பொருத்தியினைப் (twin tube fitting) பயன் படுத்திக் கீழ்க்கண்டவாறு இந்த இரு தன்னொளிர்வு விளக்குகளை இணைப்பதன் மூலம் இமைத்தல் தன்மையைக் குறைக்கலாம்.

இரு குழாய்கள் மின் தருவிக்குக் குறுக்கே இணை நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு குழாயினுள் மின்தேக்கி ஒன்றினை மின்பொருண்மைச் சுருள் ஒன்றுடன் தொடர்நிலையில் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இதனால் இரு விளக்குகளினூடே பாயும் மின்னோட் டங்களிடையே நிலை வேறுபாடு (phase difference) இருப்பதினால் விட்டு விட்டு ஒளிவிடும் தன்மை வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகிறது.

மாதிரி 4–29.

ஒரு தன்னொளிர்வு விளக்கு இயல்பான நிலையில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பொழுது 100 வோல்ட்டு மின்னழுத்தத்தில் 0·98 மின் திறன் காரணியில் 0·43 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தினை எடுத் துக் கொள்கிறது. இந்த விளக்கினை 200 வோல்ட்டு மின்னூற்று வாயுடன் இணைக்க வேண்டுமானால் தேவைப்படும் மின் பொருண் மைச்சுருளின் எதிர்வினைப்பினைக் கண்டு பிடிக்கவும். மின்பொருண் மைச் சுருளின் மின் திறன் காரணி 0·1 எனக் கொள்க.

[சென்னை பல்கலைக் கழகம் B. E. மார்ச்சு 1966

தீர்வு:

விளக்கினூடே பாயும் மின்னோட்டம் $I = 0{\cdot}43$ ஆம்பியர்

விளக்கின் மறிப்பு $Z_1 = \dfrac{100}{0{\cdot}43} = 232{\cdot}6$ ஓம்கள்

விளக்கின் மின் தடை $R_1 = Z_1 \cos\phi_1 = 232{\cdot}6 \times 0{\cdot}98$

$= 227{\cdot}9$ ஓம்கள்

விளக்கின் மின் தடை வீழ்ச்சி $= 0.43 \times 227{\cdot}9$

$= 98$ வோல்ட்டுகள்

விளக்கின் எதிர் வினைப்பு $X_1 = Z_1 \sin\phi_1$

$= 232{\cdot}6 \times \sin 11^\circ 29'$

$$\left(\because \phi_1 = \cos^{-1} 0{\cdot}98 = 11^\circ 29' \right)$$

$= 46{\cdot}3$ ஓம்கள்

விளக்கின் எதிர் வினைப்பு வீழ்ச்சி $= I\,X_1$

$= 0{\cdot}43 \times 46{\cdot}3$

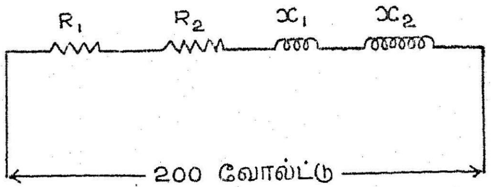
$= 19{\cdot}91$ வோல்ட்டுகள்

மின் பொருண்மைச் சுருளின் மின் திறன் காரணி

$\cos\phi_2 = 0{\cdot}1 \qquad \phi_2 = 84°16'$

$\therefore \text{Tan}\,\phi_2 = \text{Tan}\,84°16 = 9{\cdot}962$

$$\frac{X_2}{R_2} = 9{\cdot}962$$



படம் 4-91.
மின் பொருண்மைச் சுருள்

$\because X_2 = 9{\cdot}962\,R_2$

$I\,R_2 = 0{\cdot}43\,R_2 = \dfrac{0{\cdot}43}{9{\cdot}962}\,X_2$

$I\,X_2 = 0{\cdot}43\,X_2 = 0{\cdot}04316\,X_2$

மொத்த மின் தடை வீழ்ச்சி $= I\,R_1 + I\,R_2$

$= (98 + 0{\cdot}04316\,X_2)$ வோல்ட்டு

மொத்த எதிர் வினைப்பு வீழ்ச்சி $= I\,X_1 + I\,X_2$

$= (19{\cdot}91 + 0{\cdot}43\,X_2)$ வோல்ட்டு

$\therefore (I\,R_1 + I\,R_2)^2 + (I\,X_1 + I\,X_2)^2 = V^2$

$(98 + 0{\cdot}04316\,X_2)^2 + (19{\cdot}91 + 0{\cdot}43\,X_2)^2 = 200^2$

$0{\cdot}1868\,X_2^2 + 25{\cdot}58\,X_2 - 30{,}000 = 0.$

$$X_2 = \frac{-25\cdot58 \pm \sqrt{25\cdot58^2 + 4 \times 0\cdot1868 \times 30{,}000}}{2 \times 0\cdot1868}$$

$$= \frac{-25\cdot58 \pm 151\cdot8}{0\cdot3736}$$

$$= \frac{-25\cdot58 + 151\cdot8}{0\cdot3736}$$

$X_2 = 337\cdot8$ ஓம்கள்

4-9-4- சூடான எதிர்முனை விளக்கு (Hot Cathode Lamp)

எதிர்முனைகள் வெப்பமாக இருந்தால், வாயு அயனியாக்க மடைவதற்குப் பெருந்துணை புரிகிறது. அதிக செயல் திறமுடையன வாகவும் விளங்குகிறது. மேலும், கார-நிலப்பொருள்களால் (alkaline earths) பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்டால் அது முன்னிலும் குறைவான வெப்ப நிலைகளிலும், குறைந்த மின்னழுத்தங்களிலும் குறிப்பிடத்தக்க அளவு அதிகமான எலெக்ட்ரான்களை வெளி விடுகின்றன.

சூடான எதிர்முனை விளக்குகளில், எதிர்முனை இழைகளில் மின்னோட்டம் பாய்வதால், அவ் விழைகள் சூடாக்கப்பட்டுக் கண்ணாடிக்குழாயின் இரு முனைகளில் பொருத்தியுள்ள எதிர் முனைகளை வெப்பமாக வைத்திருக்கின்றது. விளக்கு ஒருமுறை எரியத் தொடங்கினால், தேவையான மின்னோட்டம் செல்லும் போது எதிர்முனையில் மின்னழுத்தம் ஏற்பட்டு வெப்பமாக வெளியிடப்படுகிறது. எனவே, சூடான எதிர்முனை விளக்கு களுக்குக் குறைந்த மின்னழுத்தமே தேவை. ஒளிர்விளக்கு என்பது சூடான எதிர்முனை விளக்காகும்.

4-9-5. குளிர் எதிர்முனை விளக்கு (Cold Cathode Lamp)

குளிர் எதிர்முனை விளக்குகளுக்குச் சூடாக்கப்பட வேண்டிய மின்னிழைகள் கிடையாது. அதனுடைய எதிர் மின்வாய், குறிப் பிட்ட ஆக்ஸைடுகளால் (oxides) பூச்சுக் கொடுக்கப் பெற்ற சிறிய உலோக உருளையினால் ஆனது. இந்த விளக்குகளில் வில்லை உண்டாக்கவும், அதனை நிலை நிறுத்தவும், மிகவும் உயர்ந்த மின்னழுத்தம் தேவை. அபரிதமிதமான மின்னழுத்தச் சரிவும் எதிர்முனையில் உண்டாகிறது. வீதிகளை அழகொப்பனை செய்தல், விளம்பரம் செய்தல் போன்றவற்றிற்கு நியான் விளக்குகள் பயன்

படுகின்றன. இது குளிர் எதிர்முனை விளக்கு வகையைச் சார்ந்தது.

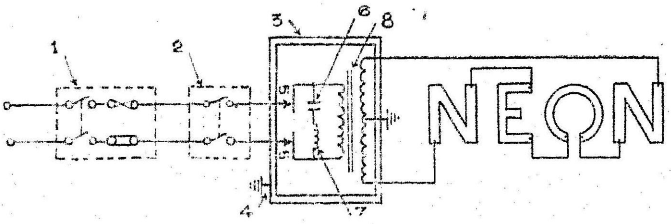
4-9-6. நியான் விளக்கு வேலை செய்யும் முறை

சில குறிப்பிட்ட வாயுக்கள், அடர்த்தி குறைந்த நிலையில் அவற்றுள் வைக்கப்பட்ட இரண்டு மின்வாய்களுக்கு இடையே உயர்ந்த மின்னழுத்தத்தை வழங்கும்பொழுது பிரகாசமான ஒளியைக் கொடுக்கின்றன. வாயு மின்னிறக்கத் தத்துவத்தில் (gas discharge principle) இவ் விளக்குகள் இயங்குகின்றன. இது குளிர் எதிர்முனை விளக்கின் வகையைச் சார்ந்தது. இதனுள், குறிப்பிட்ட ஆக்ஸைடுகளினால் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்ட உள்ளீடற்ற இரும்பு உருளையினால் (hollow iron cylinders) ஆன இரண்டு மின்வாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒளியின் வண்ணம் அந்த வாயுவின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளது. நியான், சிவப்பு நிறத்தைத் தரும். ஹீலியம், இளஞ்சிவப்பு நிறத்தை அளிக்கும். நியான், ஆர்கான் பாதரசம் ஆகியவைற்றின் கலப்புப்பொருள் நீல நிறத்தைக் கொடுக்கும். பலவண்ண நிறக் கண்ணாடிப் பல்பு களைக் கொண்டும், மஞ்சள் பச்சை போன்ற தேவையான நிறங் களைப் பெறலாம். மின்னிறக்கக் குழாயின் (discharge tube) உள் மேற்பரப்பின் மீது வெவ்வேறு ஒளிரும் பொடியைப் (fluorescent powder) பயன்படுத்துவதன் மூலம், ஒளியின் வண்ணம் மாற்றப் படுகிறது.

ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள நியான் விளக்குகளுக்குத் தேவையான மின்னழுத்தம் சுமாராக 300 வோல்ட்டிலிருந்து 1000 வோல்ட் வரை இருக்கும். 10, 15, 20 மி. மீ. விட்டமுடைய குழாய்களுக்குத் தேவையான மின்னோட்டம் முறையே 25, 35, 65 மில்லி ஆம்பியர் களாகும். இந்தக்குளிர் எதிர்முனை விளக்குகளில் மின்னிறக்கம் செய யத் தொடக்கத்தில் உயர்ந்த மின்னழுத்தம் (அதாவது அதற்கு இயல்பாக வேலை செய்யவேண்டிய மின்னழுத்தத்தைப் போல் 1·5 அல்லது 2 மடங்கு) தேவை. ஆகவே, மாறுதிசை மின்னோட்ட ஊற்றுவாய் கசிவு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுடன் இணைக் கப்பட்டுள்ளது. இந்த மின்மாற்றியின் துணைச்சுருளில் உயர் மின்னழுத்தம் உண்டாகிறது. இதன் அளவு தரைமட்டத்தை நோக்க 5000 வோல்ட்டுக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது; பாதுகாப்புக் காக இந்த வரம்பினை நிர்ணயித்துள்ளனர். ஆகவே, 10,000 வோல்ட் கொடுக்கக்கூடிய மின்மாற்றியின் துணைச்சுருளின் மையத்தைத் தரையிடப்படும். விளம்பரக் குழாயின் நீளம் அதிக மானால், தேவையான மின்னழுத்தம் அதிகமாகும். ஒரு விளம்பரத்

துக்குத் தேவையான குழாயின் நீளம் அதிகமாயிருந்து, அதனை இயக்க வேண்டிய மின்னழுத்தம் 10,000 வோல்ட்டுக்கு அதிகமாய் இருந்தால் அந்த விளம்பரக் குழாயின் நீளத்தை இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்து விடுவார்கள். அநேகமாக எல்லா எழுத்து களிலும் இரண்டு முனைகள் இருக்கும். மின்வாய்களை இத்துடன் இணைப்பார்கள்.

படம் 4-92 (அ) ஒரு நியான் விளக்கு எப்படி இணைக்கப் பட்டுள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது.



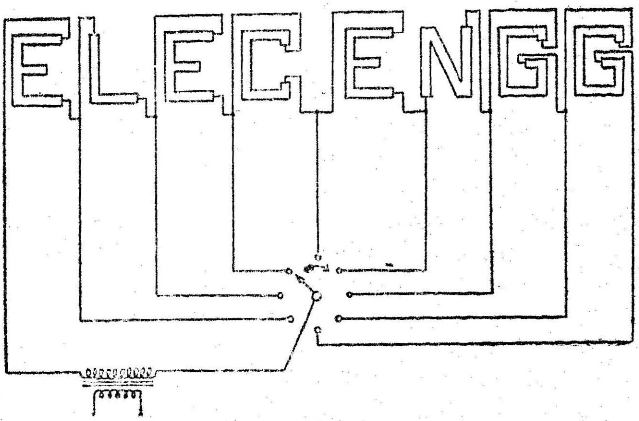
படம் 4-92 (அ)

நியான் மின்னிறக்க விளக்கின் சுற்றதர்
(Neon discharge lamp circuit)

1. பூட்டிய தலையாய இணைப்பி (Locked main switch)
2. தீயணைப்போரின் இணைப்பி (Fireman's switch)
3. மின்மாற்றிப் பெட்டி (Transform box)
4. மின்மாற்றிப் பெட்டியினைத் தரையிடுதல் (Earth)
5. பாதுகாப்புத் தொடுமுனைகள் (Safety contacts) (மின்மாற்றிப் பெட்டி திறந்தவுடன் இத் தொடுமுனைகள் மின்தொடர்பினை நீக்கும்)
6. மின்திறன் காரணியைத் திருத்தும் இரு மின்னேற்பி (Capacitor)
7. மின்தோற்றுவாய் வழியாய் வரும் உயர் அலைவெண் வேறுபாடுகளை (High-frequency signals) வடிகட்டும் சுருள் (Filter coil)
8. உயர்வடுக்கு மின்மாற்றி (Step up transformer) (220V/10000V)

மின்மாற்றிப் பெட்டியினைத் திறந்தால் நியான் குறியின் மின்னோட்டம் தடைபடும். பின்பு பராமரிப்பு வேலையைத் தொடங்கலாம். ஒளிவிளக்க அளவிற்கேற்ப ஒளிமின் உணர்த்தி

(photo-electric relay) கொண்டு நியான் குறியைத் தானே நின்று ஓடும் வகையில் இயங்க வைக்கலாம். விளம்பரக்குறி, இரவில் குறிப்பிட்ட மணி அளவிற்குமேல் தேவைப்படாது. அப்படிப்பட்ட நியான் குறிகளுக்கு நேர இணைப்பியைப் (time switch) பயன் படுத்துவர். குறிப்பிட்ட நேரம் வந்தபின், இந்த நேர இணைப்பி திறந்து மின்னோட்டத்தை நிறுத்தும் (கொடுக்கப்பட்ட படத்தில் இந்த நேர இணைப்பி காட்டப்படவில்லை). தீப்பிடித்துக் கொள்ளும் சமயங்களில் தீயணைப்போரின் இணைப்பியைப் பயன் படுத்தி நியான் குறியில் மின்னோட்டத்தை நிறுத்தலாம். இந்த நிலையான நியான் குறியைத் தவிர வேறு இரு வகை கிளர்ச்சி யூட்டும் நியான் குறிகளும் (animated neon signs) உண்டு.



படம் 4 92 (ஆ)
எழுத்துக் கூட்டுக்குறி (Speller sign)

அவையாவன : (i) சுடர்தெளிப்புக்குறி (flash sign), (ii) எழுத்துக் கூட்டுக்குறி (speller sign). சுடர்தெறிப்பில் எழுத்துக் குறிகள் நின்று ஓடும் முறையில் மாறி மாறி மின்னோட்டம் விரைந்து செல்லும். எழுத்துக் கூட்டு முறையில், எழுத்துகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக ஒரே சீரான வரிசையில் ஒளிர்வுபெற்றுத் திகழும். சுடர்தெறிப்பு முறையில், பாதரச இணைப்பிகளை (mercury switch) ஆட்டுவதன் மூலம், நியான் விளக்குகளின் மின்னோட்டத்தை நிறுத்தியும், ஓடவும் செய்யலாம். எழுத்துக் கூட்டுக் குறியில் படத்தில் [படம் 4-92 (ஆ)] காட்டியபடி, மின்விசையால் இயங்கும் இணைப்பிகளை (electrically driven switches) பயன்படுத்து கின்றனர்.

நியான் விளக்குகளின் தனிச் சிறப்புகள் : (அ) கசிவு மின் மாற்றி (Leak transformer): ஒரு குளிர் எதிர்முனைக்குழாய் (cold cathode tube) விளக்குக்குத் தேவையான தொடக்க உயர் மின்னழுத்தம் சுமார் 2 கிலோ வோல்டிலிருந்து 15 கிலோ வோல்ட் வரையாகும். மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் ஒவ்வொரு பாதிச் சுழற்சியின்போது (every half cycle),குழாயினூடே மின்னிறக்கத்தை உடனடியாகத் தொடங்குவதற்கு (instant start) இந்த உயர்ந்த மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. எனினும், குழாயினூடே மின்னோட்டம் பாய்ந்த வுடன், இந்த உயர் மின்னழுத்த அளவு, அதன் தொடக்க மின் னழுத்த அளவில் பாதியளவாகிவிடும். இத்தகைய மின்னிறக்கத் தினைப் பெறும் பொருட்டு இரட்டைச் சுருள்கள் கொண்ட கசிவு மின்னோட்ட மாற்றி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் உள்ள மாறு காந்தக் கிளையினையோ (adjustable magnetic shunt) அல்லது உள்ளகத்தில் உள்ள இடைவெளியையோ (airgap in the core) மாற்றிக் குழாயில் பாயும் மின்னோட்டத்தை ஒழுங்குப்படுத்தலாம். இந்தக் கசிவு மின்மாற்றியே நியான் விளக்குக்கு நிலைப்படுத்தியாக (ballast) விளங்குகிறது. இந்த மின்மாற்றியின் கீழ்நோக்கி வளைந்து செல்லும் தற்சிறப்பு வளைகோட்டினால் (drooping characteristic) துணைச்சுருளின் முனைகள் குறுக்குச் சுற்றதரிடப்படும்பொழுது (shorted) ஏற்படும் பெரும் மின்னோட்டம் இயல்பான இயக்க மின்னோட்டத்தைவிட மிகச் சிறிதளவே அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அதாவது 25 மில்லி ஆம்பியர் இயல்பான இயக்க மின்னோட்டம் உள்ள குழாயில் அதிகப்படியான மின்னோட்டம் 30 மில்லி ஆம்பியராக இருக்கவேண்டும்.

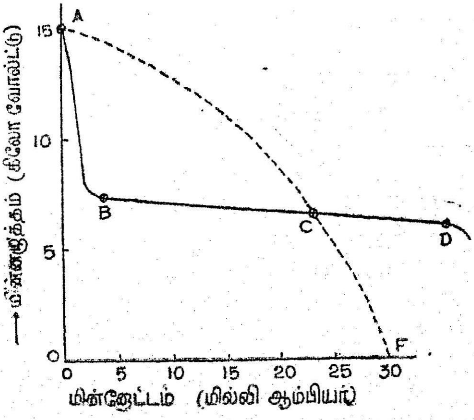
கசிவு மின்மாற்றியின் திறன் அதனுடைய துணைச்சுருளில் உண்டாகும். மின்னழுத்தம் அதனூடே பாயும் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமம். எடுத்துக்காட்டாக 10 கிலோ வோல்டு தாக்கு மின்னழுத்தமும் (striking voltage) குறுக்குச் சுற்றதர் மின்னோட்டம் (short circuit current) 30 மில்லி ஆம்பியரும் கொண்ட ஒரு மின்மாற்றியின் திட்டவரை (rating) 300 வோல்ட்டு ஆம்பியர் மின்னழுத்தத் திட்டவரை (voltage rating) அதிகமாயிருப்பின், துணைச்சுருளின் மையப்பகுதியினையும், மின் மாற்றிப் பெட்டியினையும் தரைப்படுத்த வேண்டும்.

கசிவு மின் மாற்றி குறைந்த மின்னழுத்தத்தினால் இயக்கப் படுவதால் இதனுடைய துணைச் சுருள் திறந்த சுற்றதராக (open circuit) இருக்கும்படி வைக்கக் கூடாது. (சில கண நேரம் தவிர) அதிக தடைச் சுமை மிகவும் நீளமான நியான் விளக்குக்குழாயுடன் இணைப்பதற்கொப்பாகும். ஆகவே, அதிக தடைச் சுமையினை விட குறைந்த தடைச் சுமையே மேலானது. மின் சுமையில்லாத போது

உண்டாகும் அதிக மின்னழுத்தம் கம்பிச் சுருளின் காப்புப் பொருளில் கிழிசலை (puncture) உண்டாக்கும். மேலும், சிதறொளி (corona) உண்டாக்கி மின் காப்புப் பொருளை வேதியல் விளைவுக் குள்ளாக்கும்.

(ஆ) நடப்பு நிலை மின்னோட்டம் (Operating Current)

நடப்பு நிலை மின்னோட்ட அளவைச் சரிவர ஒழுங்கு படுத்த வில்லையானல், இந்த நியான் விளக்கின் அமைப்பு அதிக பயனுறு திறன் உடையதாகவும், தொல்லைகளற்றதாகவும் இருக்கமுடியாது. மின்னோட்டத்தின் அளவு அதன் நடப்பு நிலைக்கு மிகவும் தாழ் வடைந்திருந்தால் ஒளிப்பொலிவு குன்றி குழாய் விட்டு விட்டு இமைக்கும் (flicker). மாறாக அதிகமாயிருந்தால், நியான் விளக் கின் ஆயுட்காலம் குறுகி விடும். குழாயினூடே பாயும் மின்னோட் டத்தின் திட்டவரை 15 மில்லி ஆம்பியரிலிருந்து 100 மில்லி-ஆம்பி யர் வரை இருக்கும். இந்த மின்னோட்ட அளவு குழாயின் விட்டம் மின்வாய்களின் அமைப்பு, பயன்படுத்தப்படும் வாயுவின் வகை, வாயுவின் அழுத்தம் போன்ற பல காரணங்களைப் பொறுத்



படம் 4-93.

15 கிலோ வோல்ட்டு 25 மில்லி ஆம்பியர் கசிவு மின் மாற்றியின், மின்னோட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைக் காட்டும் வரைபடம்

திருக்கும். ஆனல் உண்மையாகப் பாயும் மின்னோட்டம், கொடுக் கப்படும் மின்னழுத்தத்தையும் குழாயின் உள்ளே உண்டாகும் வில் லின் தடையையும் (arc resistance) சார்ந்து இருக்கும். குழாயின் நீளமும் அதிகமாக இருந்து, அதன் விட்டமும் குறைந்திருந்தால் வில்லின் தடை அதிகமாகும். படம் 4-93, 15 கிலோ வோல்ட்டு

25 மில்லி ஆம்பியர் மின்கசிவு மாற்றியின் மின்னோட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைக் காட்டுகிறது. '*A*' என்ற புள்ளி 15 கிலோ வோல்ட்டுத் தொடக்க மின்னழுத்தத்தைக் குறிக்கிறது. மின்னோட்டம் பாய்ந்த உடன் நடப்பு நிலைப் புள்ளி (operating point) குறைந்து *B* என்ற புள்ளியினை வந்தடைகிறது. குழாய் *B C D* பகுதியில் திருப்திகரமாக இயங்க வல்லது. நடப்பு நிலைப்புள்ளி குழாயின் நீளத்தைச் சார்ந்திருக்கும். குழாயின் நீளம் அதிகமானல் தடை அதிகமாகி, அதில் பாயும் மின்னோட்டம் குறைகிறது. அப்போது நடப்பு நிலைப்புள்ளி *B*-க்கு இடப்புறமாக இருக்கும். வரைபடத்திலுள்ள *A B* என்ற பகுதி நிலையானதல்ல. இப் பகுதியில் விளக்கு விட்டு விட்டு இமைக்கச் செய்வதோடு (flicker) அல்லாமல், ரேடியோ அலைவெண் குறுக்கீடாகவும் (radio frequency interference) இருக்கும்.

(இ) நியான் விளக்கின் அமைப்பு

ஒரு தொடர் நீளக் கண்ணாடிக் குழாயை வளைத்துத் தேவையான உருவ அமைப்பினையுண்டாக்கி ஒன்று அல்லது பல எழுத்துகளை அவற்றின் உருவ அளவிற்கேற்பச் செய்ய வேண்டும். ஒவ்வொரு குழாயின் இரு முனைகளில் தனிப்பட்ட முறையில் பூச்சுமானம் கொடுக்கப்பட்ட இரும்பு மின்வாய்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். குழாயினை வெற்றிடமாக்கிய பிறகு குறிப்பிட்ட வாயுவினால் நிரப்பப்படுகிறது. தனித்தனி எழுத்துகளைப் பயன்படுத்தும்போது அதனுடைய மின் வாய்களைத் தொடரிணையாக இணைத்து உயர் மின்னழுத்தத் துணைச் சுருளுடன் இணைக்கப் படுகிறது. குழாயின் எல்லாப் பாகங்களும் ஒளிர் விடுவதால் வேண்டாத பகுதியை ஒளி புகாத சாயப் பூச்சினால் (opaque paint) மறைக்க வேண்டும். (அல்லது) ஒளிபுகா முகமூடி (masked) கொண்டும் வேண்டாத பகுதியை மறைத்திடலாம். எழுத்து வடிவத்தினையும், அதன் உருவத்தினையும் அமைக்கும் பொழுது அதிக கவனம் செலுத்த வேண்டும். பொதுவாக எழுத்து உயரம், 150 மீட்டர் பார்வை தூரத்திற்கு (viewing distance) 30 செ.மீ. வீதத்தில் இருக்க வேண்டும். குறுகிய தூரத்தில் எழுத்துகள் பெரிய அளவில் இருப்பது நலம். எடுத்துக்காட்டாக 15 அல்லது 20 மீட்டர் தூரத்திற்கு 5 செமீ. உயரமுள்ள எழுத்துகள் இருக்கலாம். சுமார் 3000 மீட்டர் பார்வை தூரத்திற்கு 3 மீட்டர் உயர எழுத்துகள் தேவைப்படும்.

(ஈ) குழாயின் நீளம்

கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தத் திட்டவரைக்குத் தேவையானதும் பெரிதும் உகந்ததுமான குழாயின் நீளம் தோராயமாக வரை

யறுக்கப்பட்டுள்ளது. பொதுவாகக் குழாயின் விட்டம் குறைந்தால் வாயுவின் அழுத்தம் அதிகரித்து இருக்கும். அதனால் ஒளிப்பொலிவும் அதிகமாகும். எனினும், உற்பத்தியாளர்களின் அறிவுரைப்படி நடப்பதே உசிதமானதாகும். கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை குழாயின் நீளம் விட்டம், ஆகியவற்றைத் தோராயமாகக் காட்டுகிறது.

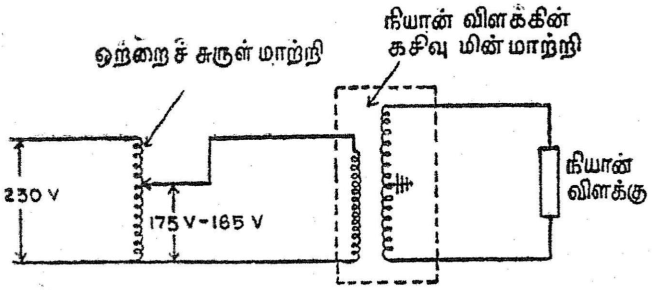
அட்டவணை 4-30.

மின் அழுத்தம் கி. வோ.	குழாயின் விட்டம் (மி.மீ) m. m.	9	10	11	12	13	15	18	20	22	22
		← குழாயின் நீளம் (அடி) Feet →									
3		5	6	7	8	9	9	9	11	13	15
4		6	7	8	9	10	12	14	17	21	24
5		7	8	9	11	13	15	17	21	25	30
6		8	10	12	14	15	17	21	25	31	36
7·5		10	12	14	18	20	22	25	31	37	46
9		13	17	20	23	26	30	36	43	51	60
12		19	22	27	31	35	40	49	55	60	71
15		24	30	35	40	45	54	65	70	76	92

நியான் அமைப்பைச் செய்து முடித்தவுடன் அதனைச் செயல்படுத்தும்போது அந்தக் குழாயில் செல்லும் மின்னோட்டத்தைச் சரி பார்ப்பது நல்லது. மின்னோட்ட அலை வடிவம் (wave shape) சிதைவுற்றிருப்பதாலும் கிட்டத்தட்ட சதுரவடிவில் இருப்பதாலும் [படம் 4-95 (ஆ)] மின்னோட்டத்தின் வலிமையினைக் கண்டறிவது கடினம். எனவே, மின்னோட்ட வலிமையினைக் கண்டறிய விட்டு விட்டு ஒளிர்தல் அல்லது இமைத்தல் (flicker) முறை சிறந்தது.

மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் ஒற்றைச்சுருள் மாற்றியினை (variate) இணைநிலையில் படம் 4-86-ல் காட்டியது

போல் இணைத்து உள்ளீட்டு மின்னழுத்தத்தை (input voltage) வழங்கு மின்னழுத்தமாகிய 230 வோல்ட்டிலிருந்து படிப்படியாகக் குறைத்துக் கொண்டே வந்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில் நியான் எழுத்துக் குறிகள் விட்டு விட்டு ஒளிர்வு அடையும். அந்த



படம் 4-94.

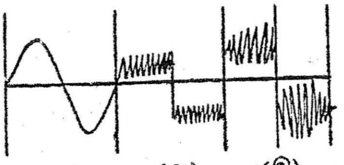
நியான் விளக்கினூடே பாயும் மின்னோட்ட வலிமையினைக் கண்டறியும் விதம்

சமயத்தில் கசிவு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் மின்னழுத்தம் 175 வோல்ட்டு முதல் 185 வோல்ட்டு வரை இருந்தால் நியான் குறியில் பாயும் மின்னோட்டம் சரியான அளவெனக் கொள்ளலாம்.

(உ) உயர்மின்னழுத்த துணைச்சுற்றதரின் கம்பி மின்தேக்கியின் விளைவு (Effect of wiring capacitance in H. V. secondary circuit)

துணைச்சுற்றதரில் உள்ள உயர்மின்னழுத்த காப்பிடப்பட்ட கம்பித்தலைகளை (leads) தரையிட்ட பகுதியுடன் ஒப்புநோக்கும் பொழுது ஒரு சிறிய அளவான மின்தேக்கியாகக் கருதலாம். இத்தகைய கம்பி-மின்தேக்கி (wiring capacitance) துணைச்சுருளில் உள்ள மின்நிலைமத்தினை (inductance) எதிர்ப்பதால் துணைச் சுருளின் மின்னழுத்தம் அதிகரித்து உயர் அலைவெண் அதிர்வுகளை (high frequency oscillations) உண்டாக்குகிறது. இப்படிப்பட்ட சிறு போதைய நிலையான (transient) பேரலை மின்னழுத்தம், துணைச்சுருளின் திறப்புச் சுற்றதர் மின்னழுத்தத்தைவிட (open

circuit voltage) அதிகமாய் இருப்பதால் கசிவு மின் மாற்றி எரிந்து விடும் [படம் 4-95 (அ)]. இயல்பான சைன் அலையினை யும் (ஆ) நியான் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தின் சதுர வடிவ அலையினையும் (இ) துணைச் சுற்றதரில் கம்பி மின்தேக்கி யினால் விளையும் அலைப்பான் பேரலையினையும் (oscillatory transient) காட்டுகிறது. ஆகவே, உயர்மின்னழுத்தக் கம்பி-மின்தேக்கியின் அளவு சிறியதாக இருக்க வேண்டி உயர் மின்னழுத்தக் கம்பித்தலைகளை (H. T. leads) எவ்வளவுக் கெவ்வளவு



படம் 4-95.

மின்னோட்ட அலைவடிவம் சிதைவுற்றிருத்தல்

(அ) இயல்பான சைன் அலை (Normal sine wave)

(ஆ) நியான் குழாயினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தின் சதுர வடிவ அலை (Square wave shape)

(இ) கம்பி-மின்தேக்கியி னால் விளையும் அலைப்பான் பேரலை (oscillatory transient)

சிறிய தாக்க முடியுமோ அந்த அளவுக்குக் குறைக்க வேண்டும். மேலும், கம்பித் தலைகளை நல்ல உயர்தர காப்புப் பொருள்களினால் காப்பிடச் செய்து தரைபடுத்தப்பட்ட பொருள்களுக்கு அப்பால் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும்.

நியான் குறி அமைப்புக்கு மேற்கொள்ள வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கையான நடவடிக்கைகள் பின்வருமாறு [1955-ஆம் ஆண்டு I. E. E. குழுவினரால், கட்டடங்களில் உள்ள மின்கருவிகளுக்கான செக்ஷன் 7-ல் குறிப்பிட்டுள்ள ஒழுங்குமுறை விதிகள்]:

(i) மின்னூட்டம் பெற்ற எந்த ஒரு பகுதியும் தரையிடப்பட்ட பகுதியில் இருந்து அதன் மின்னழுத்தம் 5000 வோல்டடுக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. மின்மாற்றியின் இணைச்சுருளின் மையத்தைத் தரையிடப்பட வேண்டும். மையப் பகுதியில்லாத துணைச்சுருளின் இரு முனைகளில் ஒரு முனையையாவது தரையிட வேண்டும்.

(ii) 500 வோல்ட்டு-ஆம்பியர் மின்திறன் கொண்ட மின் மாற்றிகளுக்கு மிகைச்சுமை உணர்த்திகளையும் (overload relays) தரை-பிழை உணர்த்திகளையும் (earth-fault relays) பொருத்தப் பட வேண்டும்.

(iii) துணைக் கருவிகளாகிய மின்தேக்கிகள், மின்மாற்றிகள் ஆகியவற்றை உலோகத் தகட்டு உறைகளால் (metal casings) மூடி வைக்க வேண்டும். இங்ஙனம் செய்வதால் தவறுதலாக மின்னூட்டம் பெற்ற கருவிகளைத் (equipments) தொட வாய்ப்பு இராது. நியான் குறிக்கருவிகளின் எல்லா உலோகத் தகட்டு உறைகளும் தரையிடப்பட வேண்டும் (earthing).

(iv) மின்னூட்டம் பெற்ற கருவிகளை அணுக வேண்டுமானால், மாறுதிசை மின்னோட்டத்தினைத் தடை செய்த பிறகே செல்ல வேண்டும். நியான் குறிக் கருவிகளுக்குக் கம்பியிடப்பட்ட (wiring) பகுதியில் கதவைப் பூட்டி வைக்கவேண்டும். தகுதிச் சான்றிதழ் பெற்ற நபர்களே (authorised persons) இதனைப் பார்வையிட வேண்டும்.

(v) பணியாளர்களை எச்சரிக்கை செய்யும் பொருட்டு "அபாயம்—உயர் மின்னழுத்தம்" என்ற விளம்பரப் பலகையினைத் தொங்கவிட வேண்டும்.

(vi) தனிச் சிறப்பு வாய்ந்த உயர் மின்னழுத்தத்தினைத் தாங்கும் வடங்களை (cables) உபயோகித்துக் கம்பியிடல் வேண்டும். அவைகள் பீங்கான் மின் காப்பிகளினால் (porcelain insulators) தாங்கப்பட வேண்டும். மின்னூட்டம் பெற்ற பகுதிகளுக்கும், தரையிடப்பட்ட பகுதிகளுக்கும் இடையே போதுமான இடைவெளி (sufficient clearance) இருக்கவேண்டும்.

(vii) திறந்தவெளி நிறுவனங்களில் (outdoor installation) கம்பியிடப்பட வேண்டுமானால் அக் கம்பிகள் காற்று-மழை-வெப்பக் காப்பீடான (weather proof) பொருள்களால் சூழப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

4-9-7. வினாக்கள்

4-1. ஒளியாற்றல் பரவலைப் பற்றித் தோன்றிய வெவ்வேறு கொள்கைகளைப் பற்றிச் சுருக்கமாக வரைக.

4-2. மின் காந்த நிரலைக் காட்டும் படம் ஒன்று வரைந்து அதில் கட்புலனாகும் பகுதியைக் குறிப்பிடுக.

4-3. ஒளிக் குவாண்டம் என்றால் என்ன? குவாண்டம் கொள்கை யின் முக்கியத்துவத்தை பற்றிப் விரிவாகக் கூறுக.

4-4. தளக் கோணத்திற்கும், திண்மக் கோணத்திற்கும் உள்ள வேற்றுமையை எடுத்துரைத்து அவற்றிற்குள்ள தொடர் பினைத் தருவிக்கவும்.

4-5. கீழ்க்கண்ட சொற்களுக்கு வரை விலக்கணம் கூறுக: (அ) ஒளிப்பாய்வு (ஆ) ஒளிச்செறிவு (இ) ஒளி விளக்கம். ஒவ்வொன்றினையும் அளக்கப் படுகின்ற அலகினை வரை யறுக்கவும்.

4-6. ஒளிப்பொலிவு என்றால் என்ன? இது ஒளிவிளக்கத்தினின்று எவ்வாறு மாறுபட்டது? ஒளிப்பொலிவினை அளக்கப்படுகின்ற அலகினை வரையறு. ஒளிப்பொலிவு $B = \frac{CP \times w}{\pi \times a}$ என்ற சமன்பாட்டினைத் தருவிக்க. ($C.P$ = வத்தித் திறன்; w = திண்மக் கோணம்; a = பரப்பு).

4-7. ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயின் கதிர் வீச்சுப் பயனுறு திறனைப் (radiant efficiency) பற்றிய முழு விவரங் கூறுக.

4-8. ஒளி விளக்க விதிகளைக் கூறி விளக்குக. இவற்றினை எப்படி நிருபிப்பது என்பது பற்றி விரிவாகக் கூறவும்.

4-9. போலார் வளைகோடு என்றால் என்ன? அதனை வரையும் வழியினைப் பற்றி விவரமாகக் கூறுக. வெவ்வேறு வகையான நான்கு விளக்குகளுக்கு எதிரொளிப்பான்களுக்கு முகந்த உரு வரைப் படங்களைத் தீட்டுக. ஒளிமானியைப் பயன்படுத்தி ஓர் ஒளித்தோற்றுவாயின் போலார் வளைகோட்டினை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய் என்பதனை விவரி.

4-10. கோளச் சராசரி வத்தித் திறன் என்றால் என்ன? ஓர் எரி ஒளிர்வு விளக்கின் வத்தித்திறனைச் சோதனை மூலம் எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய் என்பதனை விளக்கிக் கூறுக.

4-11. இரவுஸ்ஸி அமைப்பு (Rousseau's construction) என்றால் என்ன? இந்த அமைப்பின் மூலம் ஓரொளித் தோற்றுவாயின் கோளச் சராசரி வத்தித் திறனை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய் என்பதனை விவரி.

4-12. நல்ல ஒளியூட்டம் என்றால் என்ன? இதற்கு உதவியாயிருக்கும் காரணக் கூறுகள் யாவை? உட்புற ஒளியூட்டத்துக்கும் வெளிப்புற ஒளியூட்டத்துக்குமுள்ள வேறுபாடுகள் என்ன?

4-13. ஒளியூட்ட அமைப்புத் திட்டத்தில் வரும் பயனுள்ள குணகம் என்றால் என்ன? இது எந்தக் காரணக் கூறுகளைச் சார்ந்துள்ளது? ஓர் ஒளியூட்ட அமைப்பின் பயனுள்ள குணகத்தினை எவ்வாறு அளக்கலாம் என்பதனைப் பற்றி விரிவாகக் கூறவும்.

4-14. மதிப்பிறக்கக் காரணி, இடைத்தொலைவு-உயர விகிதம் ஆகிய சொற்றொடர்களுக்கு வரை விலக்கணம் கூறுக.

4-15. கண் கூசுதலின் இரு வகைகளைக் கூறி அவை உண்டாகும் விதத்தினை விளக்கிக் கூறுக. இவற்றை எங்ஙனம் தவிர்க்கலாம்?

4-16. அடர்மிகு நிழல்களினால் ஏற்படும் தீமைகள் யாவை? பசுமையான நிழலின் மேன்மைகளைக் கூறுக. அடர்மிகு நிழலை எப்படித் தவிர்க்கலாம் என்பதனை விளக்கிக் கூறுக.

4-17. ஒளியூட்ட அமைப்புகளின் வெவ்வேறு வகைகளைக் குறிப்பிட்டு எங்கெங்கே பயன் படுத்துகின்றனர் என்பதை விரிவாகக் கூறுக.

4-18. பொதுமுறை ஒளியூட்டத்தோடு உள்ளிட ஒளியூட்டத்தின் அவசியத்தையும், அதனால் உண்டாகும் நன்மைகளையும் குறிப்பிடுக.

காமிரா போன்ற கருவிகளைப் பெருமளவில் உற்பத்தி செய்வதற்குகந்த (i) ஓர் அவைக் களம் (auditorium) (ii) கருவிகளின் பாகங்களை இணைத்துக் கோக்கும் இடம் (assembly hall)ஆகியவற்றிற்கு இந்த இருவகை ஒளியூட்டச் சேர்க்கை எப்படி அமைக்கப்பட வேண்டும் என்பதனை விவரி. இந்த அமைப்புக்குகந்த விளக்குப் பொருத்திகளைத் தேர்ந்தெடுத்து அந்த விளக்குப் பொருத்திகளின் அவசியத்தைப் பற்றி விரிவாகக் கூறுக.

4-19. தெரு ஒளியூட்ட அமைப்புத் திட்டத்தில் மேற்கொள்ளப்படும் முக்கிய தத்துவங்களைப்பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறி விளக்குக.

4-20. உமக்குத் தெரிந்த வெவ்வேறு வகையான புனல் ஒளியூட்டங்களைப் பற்றி விளக்கிக் கூறி, அவை எங்கெங்கே பயன் படுத்தப்படுகின்றன என்பதையும் விவரிக்கவும்.

4-21. தொழிற்சாலை ஒளியூட்ட அமைப்புப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு வரைக.

4-22. இலம்மர் பிராதன் (Lnmmer Brodhun) ஒளிமானியின் தத்துவத்தை விவரித்து அதன் செயலை விளக்குக. ஒரு மின்விளக்கின் வத்தித்திறனை அளவிட இதனை நீ எவ்வாறு பயன்படுத்துவாய் என்பதனை விரிவாகக் கூறு. இந்த அமைப்பில் உள்ள குறைகள் யாவை?

4-23. தூரத்தோடு ஒப்புநோக்க, தோற்றுவாயின் அளவுகள் சிறிதாக இருக்கும்போது, ஒளிவிளக்கச் செறிவிற்கும் தூரத்துக்கும் உள்ள தொடர்பினைக் கொடுக்கும் விதியினைக் கூறி அதனை வருவி. சோதனைமூலம் வெளித் தோற்றுவாய்கள் இரண்டினது ஒளியூட்டும் திறன்களை நீ எவ்வாறு ஒப்பிடுவாய் என்பதை விவரி. நடைமுறையில் தோன்றுகின்ற தொல்லைகளையும் நீ விவரித்த முறையில் எந்த அளவு தொல்லைகள் சரிப்படுத்தப்பட்டன என்பதைக் கூறுக.

4-24. நிறத்தில் வேறுபட்ட இரு தோற்றுவாய்களின் செறிவுகளை நீ எவ்வாறு சோதனைமூலம் ஒப்பிடுவாய் என விவரி. திருத்தமான முடிவுகளை அடைவதற்கு என்ன முன்னெச்சரிக்கைகள் எடுத்துக் கொள்வாய் என்பதைக் குறிப்பிடுக.

4-25. லேம்பர்ட் கொசைன் விதி (Lambart's cosine law) என்றால் என்ன? இந்த விதியினைச் சோதனைமூலம் எவ்வாறு சரி பார்ப்பாய் என்பதை விவரி. இந்த விதியைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்ட ஒளியூட்டத் திட்டங்களைப்பற்றிக் குறிப்பிடுக.

4-26. ஒளி உண்டாகும் விதத்தினைச் சுருக்கமாகக் கூறுக.

4-27. மின்னிழை விளக்குகளில் டங்ஸ்டன் உலோகத்தாலான இழையினைத் தேர்ந்தெடுப்பதின் அவசியமென்ன?

ஓர் எரியொளிர்வு விளக்கின் வெளிப்பாட்டு ஆயுட்காலம், மின்னாற்றலின் செல்மானம் போன்றவைகள் எவ்வாறு மின்னழுத்த வேறுபாட்டால் பாதிக்கப்படுகிறது என்பதனை விளக்குக.

4-28. வாயு நிரப்பப்பட்ட எரி ஒளிர்வு விளக்கு ஒன்றின் அமைப்பினைப் படம் வரைந்து விளக்குக. இந்த விளக்குகளில் மந்த வாயுவினை நிரப்பப்பட வேண்டிய அவசியமென்ன?

4-29. ஏதேனும் ஒரு வகை ஆவி மின்னிறக்க விளக்கினைப் படம் வரைந்து, அது வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கவும். இந்த மின் சுற்று வழியில் இணைக்கப்பட்டுள்ள நிலைப்படுத்தும் மின் பொருண்மைச் சுருளின் அவசியமென்ன?

4-30. 400 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட ஏதேனும் ஒருவகை உயர் அழுத்த பாதரச ஆவி (H. P. M. V.) விளக்கினை நேர்த்தியாகப் படம் வரைந்து காட்டுக. அந்த விளக்கின் வெவ்வேறு பகுதிகளை தெளிவாகக் குறித்து அவற்றின் இயக்கங்களை விவரிக்கவும். இந்த விளக்கு அதனுடைய துணைக் கருவிகளுடன் 50 சுற்றுகள்/வினாடி 230 வோல்ட்டு மின்னழுத்தமுள்ள மின் வழங்கீட்டுடன் இணைக்கப்படும் விதத்தைப் படம் வரைந்து காட்டு. மின் வழங்கல் திடீரெனத் தடைப்படும் பொழுதும், சிறிது வினாடிகள் கழித்து மீண்டும் புதுப்பிக்கப்படும் பொழுதும் உண்டாகும் நிகழ்ச்சிகளை வரிசைக் கிரமமாக எடுத்துரைக்கவும்.

4-31. சோடிய ஆவி விளக்கின் தத்துவத்தினையும் அமைப்பினையும் விளக்குக. இதனுடைய தலையாய சிறப்புகளையும் இதனை ஒரொளித் தோற்றுவாயாகப் பயன் படுத்தினால் ஏற்படும் மேன்மைகளையும் தீமைகளையும் விரிவாகக் கூறுக.

4-32. தன்னொளிர்வு விளக்கின் அமைப்பினையும் அது வேலை செய்யும் விதத்தினையும் விளக்குக. இந்த விளக்கின் சுற்று வழியில் உள்ள மின் பொருண்மைச் சுருளின் அவசியத்தையும் இதர துணைச் சாதனங்களின் இயக்கங்களையும் விளக்கிக் கூறுக. வாயு நிரப்பப்பட்ட மின்னிழை விளக்கினைக் காட்டிலும் இந்தத் தன்னொளிர்வு விளக்கு எவ்வகைகளில் சிறந்து விளங்குகிறது?

4-33. தன்னொளிர்வு விளக்கு சாதாரண பாதரஸ ஆவி மின்னிறக்க விளக்கினைக் காட்டிலும் எந்த வகையில் சிறந்தது?

4-34. வாயு நிரப்பப்பட்ட சுருள் மேல் சுருள் மின்னிழை விளக்கின் மேன்மைகள் யாவை? இந்த விளக்கினைத் தன்னொளிர்வு விளக்குடன் கீழ்க்கண்ட விதங்களை ஒப்பிடவும்:

(i) பயனுறுதிறன் (ii) நிறத்திருத்த மாறுபாடு (iii) ஆயுட் காலம் (iv) பொருளாதாரம் (v) தொழிற்சாலைக்கும் பொது முறை ஒளியூட்டத்துக்கும் பயன்படும் வகையில் ஏற்படும் தகுதி.

4-35 பின் வருவன வற்றிற்குக் குறிப்புரை வரைக :

(i) நியான் விளக்குகள்

(ii) நெடுஞ்சாலை ஒளியூட்ட அமைப்பு.

(iii) குளிர் எதிர் முனை விளக்கிற்கும், சூடான எதிர்முனை விளக்கிற்கும் உள்ள வேறுபாடு.

(iv) சுருள் மேல் சுருள் விளக்கு.

(v) தன்னொளிர்தலும், நின்றொளிர்தலும்.

4-9-8. பயிற்சிகள்

(1) 250 வோல்ட்டு விளக்கு ஒன்றினூடே 1·0 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்ந்தால், 3520 லூமென்கள் ஒளியைத் தருமென்றால் அந்த விளக்கின் (அ) கோளச் சராசரி வத்தித் திறனையும் (ஆ) பயனுறு திறனையும் கணக்கிடுக.

[விடை. (அ) 280. (ஆ) 14·08].

(2) ஒரு மின் இழை விளக்கின் பயனுறுதிறன் 15 லூமென்/வாட். இந்த விளக்கின் உள்ளீட்டுத் திறன் 60 வாட்களென்றால், அந்த விளக்கின் கோளச் சராசரி வத்தித் திறன் என்ன ?

(விடை 71·6)

(3) ஓர் ஒளித் தோற்றுவாயிலிருந்து 3 மீட்டர் தூரத்தில் 30° படுகோணத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு பொருளின் மேற்பரப்பின் ஒளி விளக்கம் 10 லக்ஸ் என்றால், அந்த ஒளித் தோற்றுவாயின் ஒளிச் செறிவினைக் கண்டு பிடி. [விடை : 103·92 வத்தித்திறன்]

(4) 1 மீட்டர் பக்கமுள்ள சதுர மேஜைக்கு மேல் 2 மீட்டர் உயரத்தில் தொங்க விடப்பட்டுள்ள 300 வத்தித் திறன் கொண்ட

விளக்கினின்று மேஜையின் மேற்பரப்பில் கிடைக்கும் சிறும பெரும ஒளி விளக்கங்களைக் கணக்கிடுக.

[விடை : சிறும ஒளி விளக்கம் 62·9 லக்ஸ்
பெரும ஒளி விளக்கம் 75 லக்ஸ்]

(5)(a). 250 வத்தித்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கினை 6 மீட்டர் விட்டமுடைய வட்ட வடிவமான பரப்பிற்கு மேல் 4 மீட்டர் உயரத்தில் தொங்க விட்டால்

(i) அந்தப் பரப்பின் மையம், (ii) அந்த பரப்பின் பரிதி, ஆகிய இடங்களில் உண்டாகும் ஒளி விளக்க அளவினைக் கணக்கிடுக.

(b) அந்தப் பரப்பின் சராசரி ஒளி விளக்கத்தினையும் கண்டு பிடிக்கவும்.

(c) 60% சத வீதம் பயனுறுதிறனையுடைய பிரதி பளப்பானைப் பயன்படுத்தினால், அந்தப் பரப்பின்மேல் உண்டாகும் சராசரி ஒளி விளக்கத்தின் அளவு எவ்வளவு?

[விடை (a) (i) 15·6 லக்ஸ் (ii) 0·8 லக்ஸ்
(b) 11·11 லக்ஸ் (c) 6·6 லக்ஸ்]

(6) "P" வத்தித்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கொளித் தோற்றுவாய் தரை மட்டத்தில் அந்த விளக்கின் நேரடிப் பாகத்திலிருந்து 'l' மீட்டர் தூரத்தில் உள்ள புள்ளியில் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கம் பெருமமாக இருக்க வேண்டுமானால், தரை மட்டத்திலிருந்து பொருத்தப்பட வேண்டிய விளக்கின் உயரம் $h = \frac{l}{\sqrt{}}2$ ஆகத்தான் இருக்கவேண்டுமென நிரூபி.

(7) 250 வோல்ட்டு மின்னழுத்தமுள்ள ஒரு மின் வழங்கீட்டுடன் இணைக்கப்பட்ட ஓர் எரி ஒளிர்வு விளக்கு எடுக்கும் மின்னோட்ட அளவு 3 ஆம்பியர்கள். இந்த விளக்கின் ஒளிப்பாய்வு 9240 லூமென்கள் என்றால் (அ) கோளச் சராசரி வத்தித்திறன் (ஆ) கிடைத்தள சராசரி வத்தித்திறன் (இ) விளக்கின் பயனுறு திறன் ஆகியவற்றைக் *கண்டுபிடிக்கவும். சுருக்கக் காரணி 0·7 எனக் கொள்க.

[விடை (அ) 735 (ஆ) 1050 (இ) 12·32]

(8) ஒரே சீரான ஒளிச்செறிவாகிய 100 வத்தித்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கினை, ஓர் அடர்த்தி மிகுந்த மணிக்கல்

வகைக் கண்ணுடியால் ஆன கோள விளக்கு மூடியினுள் வைக்கப் பட்டுள்ளது. விளக்கொளித் தோற்றுவாயிலிருந்து வரும் ஒளிப் பாய்வில் அந்தக் கோளவிளக்கு மூடியினுல் 25 விழுக்காடு உட்க வரப்பட்டால் (அ) ஒரே சீரான ஒளிப்பொலிவு கொண்ட கோள விளக்கு மூடியின் ஒளிப்பொலிவின் அளவு (ஆ) கோளவிளக்கு மூடியின் வத்தித்திறன் முதலியவற்றினைக் கண்டுபிடிக்கவும். கோளவிளக்கு மூடியின் விட்டம் 20 செ.மீ. எனக் கொள்க.

[விடை : (அ) 750 மில்லி லேம்பர்டு (ஆ) 75 வத்தித்திறன்]

(9) 300 வத்தித்திறன் கொண்ட ஒரு விளக்கினை 20 × 10 மீ. அளவுகள் உள்ள செவ்வக அறையின் மையத்தில் தரைமட்டத் திலிருந்து 5 மீட்டர் உயரத்தில் தொங்க விடப்பட்டால் அந்தச் செவ்வக அறைப்பரப்பின் (i) தரைமட்டத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு மூலை, (ii) தரைமட்ட மையப்புள்ளி (iii) 10 மீட்டர் சுவரின் நடுவில் இருந்து 2 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ள புள்ளி ஆகிய இடங்களின் வழியாக ஏற்படும் ஒளி விளக்கத்தினைக் கணக்கிடுக.

[விடை : (i) 0·8166 லக்ஸ் (ii) 12 லக்ஸ் (iii) 2628 லக்ஸ்]

(10) 30 மீட்டர் பக்கங் கொண்ட ஒரு சதுர வடிவ அறையின் 1000 வத்தித்திறன் கொண்ட நான்கு விளக்குகளை ஒவ்வொரு மூலையிலும் ஒரு விளக்கு வீதம், 10 மீட்டர் உயரத்தில் பொருத்தி ஒளி விளக்கம் செய்தால் (i) ஒவ்வொரு விளக்கின் அடிப்பாகத் திலும் (ii) அந்தச் சதுரப் பரப்பின் மையத்திலும் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கத்தினைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

[விடை : (i) 10·37 லக்ஸ். (ii) 3·43 லக்ஸ்.]

(11) 30 மீ. நீளமும் 15 மீ. அகலமுமுள்ள ஓர் அறையினை, 50 வாட்கள் மின்திறன் கொண்ட, 20 விளக்குகளைக் கொண்டு ஒளி விளக்கம் செய்யவேண்டும். வேலை செய்யும் தளத்தில் கிடைக்கும் ஒளி விளக்கத்தினைத் தோராயமாக மதிப்பிடுக. பயனுள்ள குணகம் 0·65 என்னும் ஒவ்வொரு விளக்கின் ஒளிப்பாடு 15 லூமென்கள் என்றும் கொள்க. [சென்னை ப. க. 1965,]

[விடை : 167 லக்ஸ் மதிப்பிறக்கக் காரணி 1·3 ஆக ஊகித்துக்கொண்டால்]

(12) 82·3 மீ × 15·24 மீ (270′ × 50′) அளவுகள் கொண்ட ஓர் அறையில் வேலை செய்யும் தளத்தில் தேவைப்படும் ஒளி விளக்கம் 3·55 லக்ஸ் (0·33 அடிவத்தி). வேலை செய்யும் பெருசு

களுக்குமேல் 4·57 மீ (15') உயரத்தில் விளக்குகளைத் தொங்கவிட வேண்டுமானால், தேவைப்படும் விளக்குகளின் எண்ணிக்கையும், அவற்றின் வத்தித் திறனையும் தோராயமாக மதிப்பிடுக.

[செ. ப.க. B.E, செப். 1964.]

[விடை : ஒரு வத்தித்திறனுக்கு 0·75 வாட் எனவும், பயனுள்ள குணகம் 0·40 எனவும், மதிப்பிறக்கக் காரணி 1·6 எனவும் கொண்டால், 25 வாட்கள் கொண்ட 42 விளக்குகள் தேவை].

(13) 15 மீ × 10 மீ × 5 மீ அளவுகள் கொண்ட ஓர் அலுவலக அறைக்கான ஒளியமைப்புத் திட்டத்தினைக் கொடுக்கவும். வேலை செய்யும் தளம் தரைமட்டத்திலிருந்து 0·8 மீ உயரத்தில் இருப்பதாகவும், இத் தளத்திற்கு நேரிடை ஒளியூட்ட அமைப்பு முறையில் அளிக்கப்படும் ஒளிவிளக்கம் 100 லக்ஸ் எனவும் கொள்க. இதர விவரங்களை ஊகித்துக் கொண்டு, தயாரிக்கப்படும் அமைப்பினைப் படம் வரைந்து காட்டுக.

(14) ஒரு தொழிற்சாலைக்குத் தேவைப்படும் ஒளிப்பாய்வு 3,20,000 லூமென்கள். ஓராண்டில் ஒளியூட்டப்பட வேண்டிய கால அளவு 3000 மணிகள் கீழ்க்கண்ட அமைப்புகளின் மின்னுற்றல் செல்மானத்தினால் ஏற்படும் ஓராண்டுச் செலவினையும், விளக்குகளைப் புதுப்பிப்பதால் ஏற்படும் செலவினையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவும். (அ) 100 வாட் மின்னிழை விளக்கு; அவ்விளக்கின் ஆயுள் 1000 மணிகள். பயனுறுதிறன் 13·4 லூமென்கள்/வாட். ஒரு விளக்கினைப் புதுப்பிக்கும் செலவு ரூ. 21 (ஆ) இரட்டை 40 வாட் தன்னொளிர் விளக்குகள். இவ்விளக்கின் ஆயுள் 3000 மணிகள். பயனுறுதிறன் 30 லூமென்கள்/வாட். ஒரு விளக்கினைப் புதுப்பிக்கும் செலவு ரூ. 20. [A.M.I.E; மின்திறனின் பயன் 1965]

[விடை : (அ) மின்னுற்றல் செல்மானத்திற்கான ஆண்டுச் செலவு ரூ. 14,640. விளக்கினைப் புதுப்பிக்கும் செலவு ரூ. 1440. (ஆ) மின்னுற்றல் செல்மானத்துக்கான ஆண்டுச் செலவு ரூ. 6540; புதுப்பிக்கும் செலவு ரூ. 5366]

15. 300 மீ × 45 மீ அளவுகள் கொண்ட ஒரு பரப்பினை 1000 வாட் மின்திறன் கொண்ட வீழ்த்திகளின் உதவியால் புனல் ஒளியூட்டப்பட வேண்டும். தேவைப்படும் ஒளி விளக்க மட்டம் 8 லக்ஸ். விளக்கின் பயனுறுதிறன் 18 லூமென்கள்/வாட் என்றும்,

ஒளிக்கற்றைக் காரணி 0·37 என்றும் பராமரிப்புக் காரணி 0·67 என்றும், வீணாகும் ஒளிக்காரணி 1·11 என்றும் கொண்டால், தேவைப்படும் வீழ்த்திகளின் எண்ணிக்கையினைக் கண்டுபிடிக்கவும்

[விடை : 18]

(16) தெருவிளக்குகள், அத் தெருவின் மையப்பகுதி வழியாக, 8 மீட்டர் உயரத்தில், 20 மீட்டர் இடைவெளியில் பொருத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு விளக்கு அதனுடைய எதிரொளிப்பானுடன் (reflector) சேர்ந்து கிடைக்கும் போலார் வளைகோட்டுக் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வத்தித்திறன் (C. P.) செங்குத்துத் தளத்தில்	240	270	290	260	190	130	50	15
அமைக்கும் கோணம் (angle to vertical)	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°

இரு விளக்குகளுக்கிடையே கிடைக்கும் ஒளிவிளக்கச் செறிவினைக் கணக்கிட்டு, ஒளிவிளக்க அளவிற்கும் (லக்ஸ்), விளக்குகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்திற்கும் (மீட்டர்) உள்ள தொடர்பினை வரைபடம் வரைந்து காட்டுக.

(17) 4·877 மீட்டர் உயரத்தில், 7·62 மீட்டர் இடைவெளியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள விளக்குகளைக் கொண்டு இரண்டறைகளுக்கு இடையேயுள்ள நீண்ட நடைக்கூடத்திற்கு (long corridor) ஒளி விளக்கம் செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு விளக்கும், கிடைமட்டத்திற்குக் கீழே எல்லா திசைகளில் 200 கேண்டெலா (candela) ஒளிச் செறிவினை வழங்குகிறது என்றால், தரைமட்டத்தின் மையப் பகுதியில் கிடைக்கும் பெரும, சிறும ஒளிவிளக்கத்தினைக் கண்டு பிடிக்கவும்.

[விடை : 11·621 லக்ஸ்; 9·684 லக்ஸ்]

(18) கிடைமட்டத்திற்குக் கீழே எல்லாத் திசைகளிலும் ஒரே சீரான ஒளிச்செறிவினைத் தரவல்ல இரண்டு முழு தொத்த விளக்குகள் 3 மீட்டர் உயரத்தில் பொருத்தப்படுகின்றன. இவ்விரு விளக்குகளினால் தரைமட்டத்தின் மையப்புள்ளியில் ஏற்படும் ஒளிவிளக்கம், பெரும ஒளிவிளக்கத்தில் பாதியளவே இருக்கிறதென்றால், இவ்விரு விளக்குகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் என்ன?

[வழி : $1 + \cos^3\theta = 4\cos^3\theta$ என்னும் வாய்பாட்டினைத் தருவிக்கவும். வெவ்வேறு இடைவெளி தூரங்

களை x அச்சிலும், $1+\cos^3\theta$ $4\cos^3\theta$ ஆகிய வற்றினை y அச்சிலும் கொண்டு வரைபடங்கள் வரைந்து கண்டுபிடிக்கவும்.

[விடை : 7·3 மீட்டர்]

(19) 110 வோல்ட்டும் 50 வத்தித்திறனும் கொண்ட ஒரு விளக்கின் மின்னிழையின் நீளம் 'l' என்றும் அதன் வட்டம் 'd' என்றும் கொண்டால், 25 வத்தித்திறன் கொண்ட மற்றொரு விளக்கின் நீளம், விட்டம் ஆகியவற்றினைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

[விடை : $l, = 1{\cdot}153\, l; d, = 0{\cdot}3467\, d$]

(20) ஒரு 100 வாட் 110 வோல்ட்டு மின்னிழை விளக்கினை மற்றொரு 75 வாட் 110 வோல்ட்டு விளக்குடன் தொடர்நிலையில் இணைத்து 220 வோல்ட்டு மின் தருவியுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. விளக்குகளின் மின்தடை மாருநிலையிலிருப்பதாகவும், அந்த விளக்குகளின் வத்தித்திறன், அவற்றின் திட்டவரை மின்னோட்டத்தின் (rated current) நான்கு மடிக்கு நேர்விகத்திலிருப்பதாகவும் கொண்டால், தொடர்நிலையில் இணைத்து இருக்கும்போது கிடைக்கும் ஒவ்வொரு விளக்கின் வத்தித்திறனையும் அந்த விளக்கின் 110 வோல்ட்டில் கிடைக்கும் திட்டவரை வத்தித்திறனில் எவ்வளவு சத வீதம் எனக் கண்டுபிடிக்கவும்.

[AMIE ஒளிவிளக்குத் தொழில் நுட்பம், நவம்பர் 1968]
[விடை : 54%; 169%]

(21) ஒரு தன்னொளிர்வு விளக்கு 10 வோல்ட்டு மின்னழுத்தத்தில் 0·99 மின்திறன் காரணியில், 0·5 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தினை எடுத்துக்கொள்கிறது. இந்த விளக்கினை 220 வோல்ட்டு மின்னழுத்தமுள்ள ஒரு மின் வழங்கீட்டுடன் இணைப்பதற்குத் தேவைப்படும் மின் பொருண்மைச் சுருளின் எதிர் வினைப்பு (reactance) 300 ஓம்கள் என்ருல், மின் பொருண்மைச் சுருளின் மின்திறன் காரணியினைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

[விடை 0·254]

5. மின் உலை

(Electric Furnace)

5-1. மின் முறைச் சூடாக்கம் (Electric Heating)

ஆலைகளிலோ அல்லது வீடுகளிலோ பயன் படுத்தப்படும் சூடாக்கும் கருவிகள், பெரும்பாலும் மின்முறையினால் ஆனது. மின்னோட்டத்தின் சூடாக்கும் சிறப்பியல்பினைப் (heating characteristic) பயன் படுத்தி, இத்தகைய கருவிகள் சூடாக்கப்படுகின்றன. மின் முறையில் கிடைக்கும் வெப்பம், மற்ற முறைகளில் கிடைக்கும் வெப்பத்தைவிடப் பல வகைகளில் சிறந்து விளங்குகிறது. அவற்றில் முக்கியமான சில மேன்மைகளைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

(அ) தூய்மை (Cleanliness): தும்பு தூசு, புகைக்கரி போன்றவைகள் படியாததினால், பொருள்கள் தூய்மையாயிருக்கின்றன. எனவே, சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள்களைத் தூய்மையாக்கும் செலவு குறைகிறது.

(ஆ) புகையின்மை (Absence of flame gases): மின் முறை சூடாக்கங்களில் புகை ஏற்படுவதில்லை. ஆதலால் புகைபோக்கி தேவையில்லை. மேலும் சூடாக்க வேண்டியப் பொருளைக் கறைப் படுத்தாது. அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களின் தூய்மையும் கெடாது.

(இ) எளிமையான கட்டுப்பாடு (Ease of control): வெப்ப நிலைக் கட்டுப்பாடு மிகவும் எளிமையானது. மின் முறைச் சூடாக்கத்துக்குத் தேவையான வெப்பநிலையை மிகத் திருத்தமாகக் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும், குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை அல்லது வெப்பநிலைச் சுழற்சியைத் (temperature cycle) தேவையான இடை

வெளி நேரத்திற்குப் பிறகு சூடாக்கம் சீக்கிரத்தில் நிகழ்வதால், மிகச் சிறந்த சூடாக்கும் முறையையும் (special heating process) பெறலாம்.

(ஈ) கண்காணிப்புச் செலவு: இம் முறைக் கருவிகளுக்குப் பராமரிப்பு அவ்வளவாக வேண்டியதில்லை. எனவே, கண்காணிக்கும் செலவு குறைகிறது.

(உ) மிக உயர்ந்த பயனுறுதிறன்: வாயு எரிப்பொருள், திண்ம எரிபொருள் (solid fuel), நெய் வகை (fuel oil) எரிபொருள் ஆகியவைகளுடன் ஒப்புநோக்க, மின் சூடாக்கத்தின் பயனுறு திறன் அதிகமானது. 75 முதல் 100 விழுக்காடு வரை மின்முறைச் சூடாக்கத்தினுல் பெறலாம்.

(ஊ) தானே இயங்கும் பாதுகாப்பு (Automatic protection): மிகைச் சூடாக்கம் ஏற்படுவதைத் தானுகவே இயங்கும் பாதுகாப்புக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தித் தவிர்க்கலாம்.

5-2. வெப்பம் பரவும் முறைகள் (Transfer of heat)

வெப்பம் ஓரிடத்திலிருந்து, மற்றோர் இடத்திற்கு (i) வெப்பங் கடத்தல் (conduction), (ii) வெப்பச்சலனம் (convection), (iii) வெப்பக் கதிர் வீசல் (radiation) ஆகிய இம் மூன்று வழிகளில் பரவுகிறது.

5-2-1. வெப்பங் கடத்தல்

ஒரு பொருளின் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பகுதியிலிருந்து குறைந்த வெப்பநிலையில் உள்ள பகுதிக்குப் பொருளினூடே எந்தவித அசைவுமின்றி வெப்பம் செல்வதை வெப்பக் கடத்தல் என்கிறோம். திண்ம, திரவ, வாயு நிலைகளில் உள்ள எல்லாப் பொருள்களும் வெவ்வேறு அளவுகளில் வெப்பங்கடத்துந் திறனைப் பெற்றிருக்கின்றன.

A என்னும் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்புள்ள ஒரு திடப்பொருளின் குறுக்கே 't' காலத்தில் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவான Q ஆனது, ஃபூரியர் (Fourier) என்பவரின் கருத்துப்படி

$K A \frac{d\tau}{dl} \cdot t$-க்குச் சமம்.

$$\text{அதாவது } Q = K A \frac{d\tau}{dl} \cdot t \qquad \ldots (5\text{-}1)$$

இதில் $\frac{d\tau}{dl}$ என்பது திடப்பொருளின் பகுதிக்குக் குறுக்கே உள்ள வெப்பநிலை வாட்டம் (temperature gradient). அதன் அலகு சென்டிகிரேடு/செ.மீ.

K என்பது வெப்பங்கடத்தும் திறனின் குணகம் (coefficient of thermal conductivity). மேற் குறித்த சமன்பாட்டில் $A = 1$, $\frac{d\tau}{dl} = 1$, $t = 1$, எனில், $Q = K$. எனவே, ஒரு சதுர செ.மீ குறுக்குப் பரப்பளவும் ஒரு செ.மீ நீளமும் கொண்ட ஒரு திடப்பொருளின் இரு முனைகள் ஒரு சென்டிகிரேடு வெப்பநிலை வாட்டத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கையில் ஒரு விநாடியில், அதனூடே பரவும் வெப்பத்தின் அளவு அப் பொருளின் வெப்பம் கடத்தும் திறனின் குணகம் எனப்படும். அதன் அலகு வாட்கள்/ச.செ.மீ/சென்டிகிரேடு/செ.மீ அல்லது கலோரி/க.செ.மீ/மணி/சென்டிகிரேடு/செ.மீ. ஓரலகு பரப்பளவு கொண்ட ஒரு பொருளினூடே ஒரு விநாடியில் பரவும் வெப்பத்தின் அளவு,

$$H = \frac{Q}{At} = K\frac{d\tau}{dl} \text{ ஆகும்.}$$

அதாவது ஒரு பொருளின் வெப்பம் கடத்தும் திறனின் குணகம் K எனவும், வெப்பம் கடத்தப்படும் பகுதியின் குறுக்குப் பரப்பளவு ஓர் அலகு எனவும் எடுத்துக்கொண்டால், ஒரு விநாடியில் அப் பகுதியில் கடத்தப்படும் வெப்பம்

$$H = K\frac{d\tau}{dl} \text{ ஆகும்} \qquad \ldots \quad (5\text{-}1\text{-}1)$$

5-2-2. வெப்பச் சலனம்

திரவ வாயுநிலையில் உள்ள பொருள்களில் அதிக வெப்பமுள்ள பகுதிகள் வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு, அவற்றின் அடர்த்தி குறைவதன் காரணமாக மேல் கிளம்பிச் செல்வதன்மூலம் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு வெப்பம் பரவும் முறைக்கு வெப்பச் சலனம் என்று பெயர். பாய் பொருள்களின் (fluids) ஒரு பகுதியில் வெப்பநிலை உயரும்பொழுது அப் பகுதி பெருக்கமடையும். அதன் அடர்த்தி குறையும். இதன் காரணமாக அப் பகுதி மேல்நோக்கிச் செல்லும். அது முன்பு இருந்த இடத்திற்குக் குளிர்ந்த பாய் பொருள் செல்லும். இவ்விதம் பாய் பொருளில் தொடர்ச்சியாகச் சலனம் ஏற்படுகிறது. இந் நிகழ்ச்சியில் சூடேற்றப்பட்ட ஒரு பகுதிகள் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்துக்கு வெப்பத்தை எடுத்துச் செல்கின்றன. மின் உலைகளில் வெப்பச் சலன முறையினுல் வெப்பம் பரவுதல் (heat transfer) மிகக் குறைவே. எனினும், வெப்பச்சலன முறையினுல் வெப்பம்

பரவும் அளவு சூடாக்கப்படும் பரப்பின் வடிவத்தையும், வாயுச் சுழற்சியின் அளவையும் பொறுத்திருக்கிறது. காற்றில் வைக்கப் பட்ட நெடுக்கிடைப் பரப்புகள் கொண்ட ஒரு பொருளின் (vertical surfaces in air) வெப்பச்சலனம் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டின்படி ஏற்படுகிறது. வெப்பப்பரவல் (heat dissipation) :

$$H = 0 \cdot 0003876\ (T_1 - T_2)^{1 \cdot 25} \text{ வாட்/ச.செ.மீ} \quad \ldots \quad (5\text{-}2)$$

இதில் T_1 என்பது சூடாக்கப்பட்ட பரப்பின் வெப்பநிலை (சென்டி கிரேடு). T_2 என்பது அதனைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றின் அல்லது சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலை (சென்டிகிரேடு).

5-2-3. வெப்பக்கதிர் வீசல்

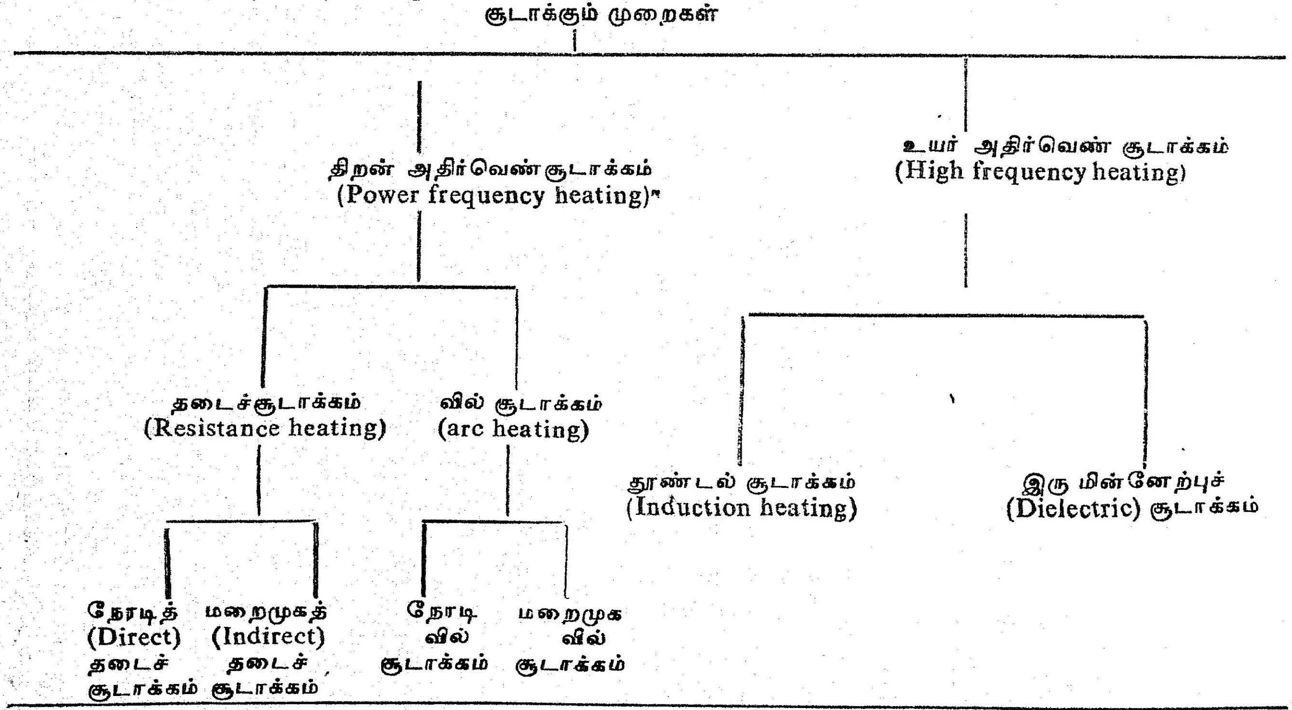
சூடான பொருளுக்கும் குளிர்ந்த பொருளுக்கும் இடையே உள்ள ஊடகத்தில் ஏற்படும் ஒருவகையான வழிமுறையில் ஊடகத்தைச் சூடேற்றாமல், சூடான பொருளிலிருந்து குளிர்ந்த பொருளுக்கு வெப்பம் செல்லுதலுக்கு 'வெப்பக்கதிர் வீசல்' என்று பெயர். அநேகமாக உயர் வெப்பநிலையுடைய எல்லா மின் உலைகளிலும் வெப்பக்கதிர் வீசல் முறையினால் வெப்பம் பரவு கிறது.

ஒரு பொருள் சுற்றுப்புறத்திலிருந்து ஏற்கக்கூடிய வெப் பத்தைக் கவனிப்போமாயின், அதன் ஓரலகு பரப்பளவால் ஒரு விநாடியில் இழக்கப்படும் மொத்த வீசு வெப்பம் (அதாவது குளிர்வுதரும் வீதம்) கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டிற்குட்படுகிறது.

$$H = 572 \times 10^4\ Ke \left[\left(\frac{T_1}{1000}\right)^4 \left(\frac{T_2}{1000}\right)^4 \right] \text{ வாட்கள்/ச.மீ} \quad \ldots \quad (5\text{-}3)$$

இதில் T_1 என்பது வெப்பத் தோற்றுவாயின் தனி வெப்பநிலை. (Absolute temperature of the source)°C. T_2 என்பது உட்கவரும் பொருளின் தனி வெப்பநிலை (சென்டிகிரேடு). K என்பது கதிர் வீச்சின் பயனுறுதிறன். சூடாக்கப்படும் தனிமம் (heating element) தனித்திருந்தால் K-ன் அளவு = 1. பல தனிமங்கள் அருகருகே வைக்கப்பட்டிருந்தால் K-ன் மதிப்பு 0·8-லிருந்து 0·5 வரை மாறுபடும். e என்பது கதிர்வீச்சு எண் (emissivity). (ஒரு பரப்பின் கதிர்வீச்சு எண் என்பது குறிப்பிட்ட பரப்பின் வெப்பநிலை சுற்றுப் புற வெப்ப நிலையைவிட ஒரு டிகிரி செ.கி. அதிகமாக இருக்கும் பொழுது அதன் ஓரலகுப் பரப்பளவால் ஒரு விநாடியில் கதிர்வீச்சு மூலம் கொடுக்கப்படும் வெப்பமாகும்). முழு கரும்பொருளுக்கு (black body) e-ன் மதிப்பு 1. சூடாக்கப்படும் தனித் தனிமங் களுக்கு (resistance heating elements) e-ன் மதிப்பு 0·9 மெரு கேற்றப்பட்ட அலுமினியம், தாமிரம், வார்ப்பிரும்பு, கருமையான இரும்புத்தகடு ஆகியவற்றிற்கு e-ன் மதிப்பு முறையே 0·1, 0·15, 0·25, 0·65 எனவாகும். [குறிப்பு: K-ம் e-ம் அலகு களற்றவை.]

5-3. சூடாக்கும் முறைகள் (Heating Melthods)

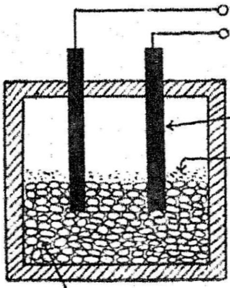


5-4-. மின்தடைச் சூடாக்கம்

ஒரு மின்தடையில் மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது, அதில் மின்திறனிழப்பு ஏற்படுகிறதென்றும், அந்த இழப்பே வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறதென்றும் நாம் அறிவோம். அதாவது 'V' வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைத் தன் முனைகளுக்கிடையே உள்ள ஒரு மின்தடையின் வழியாக I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்ந்தால் மின்திறன் இழப்பு VI வாட்கள் ஆகும். அம் மின் தடையின் விளையுறு அளவு R ஓம்கள் எனக் கொண்டால், மின்திறன் இழப்பு I^2R அல்லது $\frac{V^2}{R}$ வாட்கள் ஆகும்.

5–4 (அ) நேரடித் தடைச் சூடாக்கம்

இந்த முறையில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளினுள் இரு மின் வாய்களைப் படம் 5-1-ல் காட்டியபடி அமிழ்த்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள் தூள், துகள் அல்லது திரவ வடிவத்தில் இருக்கும். இத் தன்மையான வடிவத்தில் அமைந்த சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள் ஒரு மின் தடை போல் விளங்குகிறது. நேர் மின்னோட்டம் அல்லது ஒற்றை நிலை மாறு திசை மின்னோட்டத்திற்கு இரு மின் வாய்கள் இருக்கும். முந்நிலை மாறு திசை மின்னோட்டத்திற்கு மூன்று மின் வாய்கள் இருக்கும்

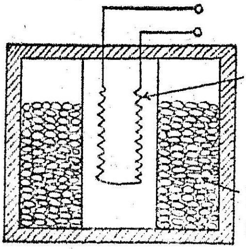


படம் 5-1.
நேரடி மின்தடைச் சூடாக்கம்

உலோகத் துகள்கள் சூடாக்கப்படுவதற்கு முன், உயர்மின் தடை கொண்ட உலோகப் பொருளை, சூடாக்கப் படும் பொருளின் மேற்பரப்பில் தெளிப்பர். மின்னோட்டம் சூடாக்கப்படவேண்டிய பொருளினூடே பாய்ந்து செல்வதால், அப் பொருள் சூடாக்கப்படுகிறது. இந்த முறையில் பாய்ச்சப்படும் மின்னோட்டம் எளிதில் மாறும் தன்மையற்றதால், தானகவே இயங்கும் வெப்பக் கட்டுப் பாட்டினைப் (automatic temperature control) பெற முடியாது. எனினும் ஒரே சீரான வெப்பத்தினையும் உயர் வெப்ப நிலையையும் இம் முறைச் சூடாக்கத்தினல் பெறலாம். உப்புத் தொட்டி உலைகளிலும், நீரைச் சூடாக்கும் மின் வாய்க் கொதிகலத்திலும் (electrode boiler) இம் முறைச் சூடாக்கத்தினைப் பயன் படுத்துகின்றனர்.

5-4. (இ) மறைமுகச் சூடாக்கம்

இந்த முறைச் சூடாக்கத்தில், உயர் மின் தடையுள்ள தனிமத்தினூடே மின்னோட்டம் பாய்ச்சப் படுகிறது. மின் தடையினூடே பாயும் மின்னோட்டத்தினால் I^2R இழப்பு அந்தத் தடையுள்ள பொருளில் ஏற்படுகிறது. இந்த இழப்பே வெப்பமாக வெளிவிடப் படுகிறது. சூடாக்கும் தனிமத்தினின்று சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்குப் (charge) பெரும் பகுதியான வெப்பம் வெப்பக் கதிர் வீசல் முறையிலும், ஒரு சிறு பகுதியான வெப்பம் வெப்பக்கடத்தல் முறையிலும் பரவுகிறது. சூடாக்கும் தனிமத்தினைச் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளடங்கிய அடுப்பின் மேலாகவோ அல்லது கீழாகவோ வைத்துச் சூடுபடுத்துவர்.



படம் 5-2.
மறைமுக மின் தடைச் சூடாக்கம்

தொழிலியல் (industrial) சூடாக்கத்தில், ஓர் உருளையின் உள்ளே சூடாக்கும் தனிமத்தினை வைத்து அதனைச் சுற்றிலும் உள் வெப்பக் காப்பு மேலுறையில் (jacket) வைக்கப்பட்டுச் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள் படம் 5-2-ல் காட்டியபடி இருக்கும். இந்த அமைப்பு சீரான வெப்பத்தைக் கொடுக்கும். இந்த முறைக்கு, தானாகவே இயங்கும் வெப்ப நிலைக்கட்டுப்பாட்டினை அமைக்கலாம்.

5-4-1. சூடாக்கும் மின் தடைத் தனிமங்களின் குணங்கள்

உலைகளில் பயன்படும் சூடாக்கும் தனிமங்கள் கீழ்க்கண்ட குணங்களைப் பெற்றிருக்க வேண்டும் :

(i) உயர் தன் தடை எண் (High resistivity) : தன் தடை எண் அதிகமானால், சூடாக்கப்படும் தனிமங்களின் நீளம் குறையும்

(ii) உயர் உருகு நிலை (High melting point) : அதிகமான வெப்பத்தைப் பெற இது அவசியம்,

(iii) குறை வெப்ப நிலை குணகம் (Low temperature co-efficient) : வெப்ப நிலையைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்த வேண்டுமானல், மின் தடையின் அளவு, எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் கூடுமான வரையில் மாரு நிலையில் இருக்க வேண்டும். வெப்பநிலை மாற்றத்திஞல் பாதிக்கப் படாத நிலையான மின் தடை கொண்ட தனிமங்களைக் கொண்டு இதனைப் பெறலாம்.

(iv) ஆக்ஸிகரணம் அடையாமல் இருத்தல் : தனிமங்களை உயர் வெப்ப நிலைக்குச் சூடேற்றிஞல், ஆக்ஸைடாக மாருமல் இருக்க வேண்டும்.

அட்டவணை

நிக்கல் இரும்பு சூடாக்கும் தனிமங்களின் பண்புகள்

தொடரெண்.	பண்பு	நிக்கல்-குரோமிய-இரும்பு	நிக்கல் குரோமியம்
1.	மின் தடை (அலகு ஓம் மீட்டர்)	$1{\cdot}06\times10^{-6}$	1.03×10^{-6}
2.	வெப்ப நிலை குணகம்/°C. (500°C வரை)	202×10^{-6}	98×10^{-6}
3.	உருகு நிலை.	1400°C.	1375° C
4.	வெப்ப நிலையின் வரம்பு	850°C.	1000C
5.	எடை (அலகு கிராம்/க.செ.மீ.)	8·27	8·35
6.	வெப்ப அடர்த்தி எண்	0·112	0·106

5-4-2. சூடாக்கும் பொருளின் வடிவமைப்பு (Heating Element design)

சூடாக்கும் தனிமங்களைச் சூடாக்கிஞல் முதலில் வெப்பநிலை படிப்படியாக உயர்ந்து, இறுதியில் நிலையான உயர் வெப்ப நிலையை அடைகிறது. இந்த நிலையில் அதில் பாயும் மின்னாற்றல் முழுவதும் வெப்பமாக மாற்றப்படும். அதாவது தனிமத்தின் மேற்பரப்பிலிருந்து பரவும் (dissipated) வெப்பம் மின்னாற்றலின் உள்ளீட்டுக்குச் (input) சமம்.

தனிமத்தின் தடை R ஓம்கள் எனவும், அதற்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தம் V வோல்ட்கள் எனவும், தனிமத்தின் (கம்பியின்) குறுக்களவு வட்ட வடிவமாய் உள்ளதாகவும் எடுத்துக் கொள்வோமாஞல், மின்ஞற்றலின் உள்ளீடு $P = \frac{V^2}{R}$ வாட்களாகும்.

$$\text{ஆனல் } R = P\frac{l}{a} = P\frac{l}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

$$R = \frac{4\,Pl}{\pi d^2} \qquad \dots \quad (5\text{-}4)$$

இதில் l என்பது கம்பியின் நீளம்

d என்பது கம்பியின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பின் விட்டம்

P என்பது தன் தடை எண்

$$\because\ P = \frac{V^2}{R} = \frac{V^2}{4\,Pl/\pi d^2} = \frac{\pi\, d^2\, V^2}{4\,Pl} \qquad \dots \quad (5\text{-}5)$$

ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பளவுள்ள ஒரு பொருளின் மேற்பரப்பிலிருந்து பரவும் வெப்பம் H எனக் கொண்டால்,

மொத்த வெப்பப் பரவல் = மேற்பரப்பின் பரப்பு × H.

$$= \pi\, dl \times H$$

நிலேயான வெப்பநிலேயில்

மின்ஞற்றலின் உள்ளீடு = மொத்தம் வெப்பப்பரவல்.

$$\frac{\pi\, d^2\, V^2}{4\,Pl} = \pi\, dl\, H$$

$$\frac{d}{l^2} = \frac{4\,PH}{V^2}$$

இதில் H என்பது ஸ்டீஃபன் விதிப்படி

$$H = 5{\cdot}72 \times 10^4\, K\, e\left[\frac{(T_1)^4}{1000}\left(\frac{T_2}{1000}\right)\right] \text{வாட்கள்/ச.மீ.} \dots \quad (5\text{-}6)$$

5-4. சூடாக்கும் பொருள்களின் வெவ்வேறு வகைகள்

பயன்படுத்தப்படும் தொழில்களின் நிலேக்கு ஏற்றவாறும், பெரும அளவில் செயல்படும் வெப்பநிலே போன்றவற்றிற்கு

உகந்தவாறும் சூடாக்கும் தனிமங்கள் வெவ்வேறு வகையான உலோகக் கலவையினாலானவை. அவற்றில் முக்கியமான நான்கு வகைகள் கீழ்வருமாறு :

அட்டவணை

உலோகக் கலவையின் வகை	நிக்கல் தாமிரம்	நிக்கல் குரோமியம் இரும்பு	நிக்கல் குரோமியம்	இரும்பு குரோமியம் அலுமினியம்
1. கலவை	நிக்கல் 45% தாமிரம்-55%	நிக்கல்-60% இரும்பு-24% குரோமியம்-16%	நிக்கல் -80% குரோமியம் -20%	குரோமியம் 20-30% அலுமினியம் 5% இரும்பு 65-75%
2. இயங்கும் பெரும வெப்பநிலை	400°C	950°C	1150°C	1150 முதல் 1350°C வரை
3. அறை வெப்பநிலை 20°C ஆக இருக்கும் பொழுது தன் தடை எண்	49 $\mu\Omega$/செ.மீ^{2}	110 $\mu\Omega$/ச.செ.மீ	109 $\mu\Omega$/ச.செ.மீ.	140 $\mu\Omega$/ச.செ.மீ.
4. ஒப்படர்த்தி (Specific gravity)	8·88	8·28	8·36	7·2

நிக்கல்-தாமிர உலோகக் கலவை (யூரிகா அல்லது காண்டன்டன் (eureka or contantan by trade name) மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் செயல்படும் சூடாக்கும் தனிமங்களாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் முக்கிய குணம் என்னவென்றால், இது சுழித்தடை வெப்ப குணகத்தை உடையது (zero resistance temperature coefficient) நிக்கல்-குரோமியம்-இரும்பு உலோகக்

கலவையால் ஆன சூடாக்கும் தனிமங்கள் மிகவும் நயமானவை. சுமார் 950° சென்டிகிரேட் வரை இதனைப் பயன்படுத்தினால் வலுவுடையதாய் இருக்கும். நிக்கல் குரோமிய உலோகக் கலவை 1150° செ.கி. வெப்பநிலையில் ஆக்ஸிகரணமடையாமல் இருப்பதோடு மட்டுமல்லாமல் மிகுந்த வலுவுடையதாகவும் இருக்கும். இரும்பு-குரோமியம்-அலுமினியம் உலோகக் கலவை (காந்தல் Kanthal by trade name) உயர்வெப்ப நிலையில் ஆக்ஸிகரணம் அடையாமல் இருந்தாலும், அக் கலவை இந்த உயர் வெப்ப நிலையில் வலிமை குறைந்து காணப்படும்.

சிலிகான் கார்பைடு (silicon carbide) போன்ற வெவ்வேறு வகைகள் 1400°C வெப்பநிலையில் பயன்படுத்தலாம். இதற்கு மேல் உள்ள வெப்பநிலையில் பயன்படுத்த வேண்டுமானால், பிளாட்டினம், மாலுப்டினியம் (molybdenium) அல்லது கரி (carbon) ஆகியவற்றைத் தடைப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு கணக்குகள்

எடுத்துக்காட்டு 5-1.

20 கிலோ வாட்டும், 230 வோல்ட்டும் கொண்ட ஒன்றை நிலை (single phase) மின் தடை அடுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் சூடாக்கும் தனிமங்களின் குறுக்களவு வட்டவடிவமான நிக்கல் குரோமியக் கம்பியால் ஆனது. கம்பியின் வெப்பநிலை 1170°C-க்கு மிகாமலும் சூடாக்க வேண்டிய பொருளின் வெப்பநிலை 500C° ஆக இருக்கும்படி செய்தால், தேவைப் படும் கம்பியின் நீளத்தினையும் அதன் விட்டத்தினையும் கண்டுபிடி. கதிர் வீச்சுப் பயனுறு திறன் 0·6 எனவும், நிக்கல் குரோமியக் கம்பியின் தன் தடை எண் $104 \cdot 6 \times 10^{-6}$-ஓம் செ.மீ. எனவும் கொள்.

(A. M. I. E., Utilisation of Power, Nov. 1962)

தீர்வு :

மின் திறன் $P = 20 \times 1000$ வாட்கள்.

நிக்கல் குரோமியக் கம்பியின் குறுக்களவு வட்ட வடிவமானது. எனவே, மின் திறன் :

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{V^2 a}{Pl} = \frac{\pi V^2 d^2}{4 Pl}$$

$$\therefore \frac{l}{d^2} = \frac{\pi V^2}{4 P \times P} = \frac{\pi \times 220^2}{4 \times 101 \cdot 6 \times 10^{-8} \times 20 \times 1000}$$

$\because$ $P = 101 \cdot 6 \times 10^{-8}$ ஓம் - மீட்டர்.

$$\frac{l}{t_2} = 18{,}71{,}000 \qquad \ldots (1)$$

$$H = 572 \times 10^4 K e\left[\left(\frac{T_1}{1000}\right) - \left(\frac{T_2}{1000}\right)\right] \text{ வாட்கள்/ச.மீ.}$$

$T_1 = 1170 + 273 = 1443°$ தனி வெப்பநிலை

$T_2 = 500 + 273 = 773°$ தனி வெப்பநிலை

$K = 0 \cdot 6$, $e = 1$ என வைத்துக்கொள்வோம்.

$$\because H = 5 \cdot 72 \times 10^4 \times 0 \cdot 6 \times 1\left[\left(\frac{1443}{1000}\right)^4 - \left(\frac{773}{1000}\right)^4\right] \text{ வாட்கள்/ச.மீ.}$$

$$= 13 \cdot 67 \times 10^4 \text{ வாட்கள்/ச.மீ.}$$

கதிர்வீச்சுப் பகுதியின் பரப்பு $= \pi dl$ ச.மீ.

மொத்த வெப்பப் பரவல் $= \pi dl \times H = \pi dl \times 13 \cdot 67 \times 10^4$

ஆனால், $\pi dl \times 13 \cdot 67 \times 10^4 = 20000$.

$$\because dl = \frac{20000}{\pi \times 13 \cdot 67 \times 10^4} = 0 \cdot 04656$$

$$dl = 0 \cdot 04656 \qquad \ldots (2)$$

$$d^2 l^2 = (0 \cdot 04656)^2 \qquad \ldots (3)$$

சமன்பாடு (1) ஐ சமன்பாடு (3) ஆல் பெருக்கினால்

$$l^3 = (0 \cdot 04656)^2 \times 18{,}17{,}000$$

$$l = 15 \cdot 95 \text{ மீட்டர்கள்}$$

இதைச் சமன்பாடு (2)-ல் ஈடு செய்தால்

$$d = \frac{0 \cdot 04656}{15 \cdot 95}$$

$= 0 \cdot 00292$ மீட்டர் அல்லது $0 \cdot 292$ செ.மீ,

எடுத்துக்காட்டு 5-2.

மூந்நிலை (ihree prase) 40 கிலோ வாட்டும், 440 வோல்ட்டும் கொண்ட ஒரு மின் தடை உலை அடுப்பில், 0·0508 செ.மீ. கனமுள்ள நிக்கல் குரோமியச் செவ்வகத் தகட்டிக் கம்பிகளாலான முக்கிளை வடிவத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (star connected). சூடாக்கும் தனிமங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கம்பியின் வெப்பநிலை 1200°C ஆகவும், சூடாக்கும் பொருளின் வெப்பநிலை 700°C ஆகவும் இருக்கும்படி அமைத்தால், நிக்கல் குரோமியத் துண்டின் அகலத்தைத் தோராயமாகக் கண்க்கிடுக. கதிர்வீச்சு எண் 0·9 எனவும், கதிர்வீச்சுப் பயனுறுதிறன் 0·5 எனவும் கொள்.

[சென்னை பல்கலைக் கழகம் B. E. செப்டம்பர் 1964]

தீர்வு :

ஒற்றைநிலை மின்னழுத்தம் (phase voltage) $V = \frac{440}{\sqrt{3}}$ வோல்ட்டுகள்

ஒற்றைநிலை மின்திறன் (power per phase) $P = \frac{40 \times 1000}{3}$ வாட்கள்

கம்பித்துண்டின் தடை $R = \frac{V^2}{P}$

$$= \frac{\left(\frac{440}{\sqrt{3}}\right)^2}{40{\cdot}000/3} = 4{\cdot}84 \text{ ஓம்கள்}$$

$$H = 5{\cdot}72 \times 10^4 \; K e \left[\left(\frac{T_1}{1000}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{1000}\right)^4\right] \text{ வாட்கள்/ச.மீ.}$$

$$H = 5{\cdot}72 \times 10^4 \times 0{\cdot}5 \times 0{\cdot}9\left[\left(\frac{1200 + 273}{1000}\right)^4 - \left(\frac{700 + 273}{1000}\right)^4\right]$$

வாட்கள்/ச.மீ.

$= 98010$ வாட்கள்/ச.மீ.

$P = H \times (b + t)\, l$

இதில் b என்பது கம்பித்துண்டின் அகலம் (மீட்டர்)

t ... ... கனம் (...)

l ... ... நீளம் (...)

$P = H \times 2\,(b + 0{\cdot}000\,508)\, l$

$= H \times 2\, bl$ (தோராயமாக)

$$bl = \frac{P}{2H} = \frac{40000}{3} \times \frac{1}{2 \times 98,010}$$

$$bl = 0 \cdot 068 \qquad \ldots (1)$$

ஆனால் $R = \frac{Pl}{b \times t}$ இதில் P என்பது நிக்கல் குரோமியத் தன் தடை எண் $= 101 \cdot 6 \times 10^{-8}$ ஓம் மீட்டர் எனக் கொள்வோம்.

$$4 \cdot 84 = 101 \cdot 6 \times 10^{-8} \frac{l}{b \times 0 \cdot 000508}$$

$$\frac{l}{b} = \frac{4 \cdot 84 \times 0 \cdot 000508}{101 \cdot 6 \times 10^{-8}} = 2422$$

$$\frac{l}{b} = 2422 \qquad \ldots (2)$$

சமன்பாடு (1) ஐச் சமன்பாடு (2) ஆல் வகுத்தால்

$$b^2 = \frac{0 \cdot 068}{2422} \therefore b = 0 \cdot 0053 \text{ மீட்டர் அல்லது } 0 \cdot 503 \text{ செ.மீ.}$$

நிக்கல் குரோமியத் துண்டின் அகலம் $= 0 \cdot 503$ செ.மீ.

5-4-4. மின் தடை அடுப்புகள் (Resistance ovens)

உலோகங்களை வெப்பங் கொண்டு பதப் படுத்துதல் (heat treatment), உலர்த்துதல், உணவைச் சமைத்தல் போன்ற பணிகளுக்கு மின் தடை அடுப்புகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இந்த அடுப்புகளில் உயர் மின் தடை கொண்ட சூடாக்கும் தனிமங்கள் பயன் படுத்தப்படும். இத் தடையினூடே மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி வெப்பத்தினை உண்டாக்குவர். இந்தத் தனிமங்கள் கம்பி வடிவத்திலும் இருக்கும். கம்பியை மின்தடைத் தனிமாகக் கொண்ட அடுப்புகளிலிருந்து சுமார் 1000°C வெப்பநிலையைப் பெறலாம். படிகக் கரி (graphite) போன்ற சிறப்புத் தனிமங்களைப் பயன் படுத்தினால் சுமார் 3000°C வெப்பநிலையைப் பெறலாம்.

5-4-5. சிறப்பு மின்தடை அடுப்புகள்

மின் தடை அடுப்புகளைப் பயன்படுத்தப்படும் மிக முக்கியமான அமைப்புகள் இரண்டு. ஒன்று பொலிவு மிக்க கடும் பதப்படுத்தும் அடுப்பு (bright annealing oven); மற்றொன்று காற்றுச் சுற்றோட்ட அடுப்பு.

(i) பொலிவுமிக்க கடும்பதப்படுத்தும் அடுப்பு(Bright annealing oven)

உலோகத்தினை நன்கு சூடாக்கி அதை மெதுவாகவும், சீராக வும் ஆற வைத்தால், முடிவில் கிடைக்கும் உலோகப் பொருள் கடினமாகவும், நொறுங்குந் தன்மை குறைந்தும் கறையற்றதாக வும் இருந்த போதிலும், சூடாக்கப்படும் பொருள் குளிருந்தருவாயில் சுற்றுப் புறத்தில் உள்ள காற்று, நீராவி ஆகியவற்றில் உள்ள ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்ந்து ஆக்ஸிகரணமடைகிறது. இதனால் இம் முறையில் பதப்படுத்தப்படும் பொருள், செதில்களால் சூழப்பட்டு மங்கலான பொலிவுடையதாய் இருக்கும். பளபளப்பான பொலி வினைப் பெற, ஆக்ஸைடு செதில்களை நீக்க வேண்டும். உலோகத் தைச் சூடாக்கி மெல்ல ஆறவிடும் சமயத்தில் சூடாக்கப்படும் பொருள், ஆக்ஸிஜன், கரியமிலவாயு, நீராவி போன்றவற்றுடன் வேதியல் வினை புரியாதவாறு தடுக்கப்பட்டால் அப் பொருள்களின் மேல் இச் செதில்கள் படியாதவாறு பாதுகாக்கலாம். மின் தடை அடுப்புகளில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள் காப்பிணைப்புப் பெட்டி கொண்ட அடுப்பின் மூலம் சூடாக்கப் படுகிறது. சூடாக்கப் படும் தருணத்தில், அப் பொருளில் உள்ள காற்று திரும்பி வராத வாறு அமைந்த வால்வின் (Valve) மூலம் வெளித் தள்ளப்படு கிறது. அதனைக் குளிரவைக்கும் தருணத்தில் இந்த வால்வு மூடி ஆக்ஸிஜன் அல்லது இதர வாயுக்கள் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளுடன் சேராதவாறு தடுத்து ஒளிமிக்க பொலிவினை நிலை நிறுத்துகிறது.

(ii) காற்று சுற்றோட்ட அடுப்பு (Air circulation oven)

சாதாரண மின்தடை அடுப்புகளில் சூடான தனிமத்திலிருந்து சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்கு, பெரும்பாலும் வெப்பக்கதிர் வீசல் மூலம் வெப்பம் பரவுகிறது. இதனால் சூடாக்கப்பட வேண் டிய உலோகப் பொருளின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் வெப்பநிலை மாறுபட்டிருக்கிறது. தேவைப்படும் வெப்பம் ஒரே சீரானதாகவும், வெப்பநிலை 600°C-க்கு மிகையாகாமலும் இருக்கும் நிகழ்ச்சிகளுக்கு காற்றுச் சுற்றோட்ட அடுப்பு பயன்படுத்தப்படும். சூடாக்கும் தனிமங்கள் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள்களுக்கு நேரடியாகக் கதிர் வீசல் முறையில் வெப்பம் பரவுவதைக் தடுப்பதற்கு திரை யிடப் பட்டிருக்கும் (screened). காற்று இத் திரையிடப்பட்ட சூடாக்கும் தனிமங்களின் வழியாக நுழைந்து சென்று பிறகு அடுப் பின் சரியான பகுதிகளுக்குப் பாய்ந்து, ஏற்றுக்கொண்ட வெப்பத் தினைச் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் எல்லாப் பாகங்களுக் குப் பரவிச் சென்று பகிர்ந்து கொடுப்பதால், பொருளின் எல்லாப்

பகுதிகளிலும் கிட்டத்தட்ட ஒரே சீரான வெப்பம் கிடைக்கிறது. சூடான காற்றோட்டம் அடிப்பாகத்திலிருந்து மேல் நோக்கிச் சென்றால் அடிப்பாகத்தில் உள்ள சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் பகுதிகள் பெறும் வெப்பநிலை, மேல் பாகத்தில் உள்ள அதே பொருளின் பகுதிகள் பெறும் வெப்பநிலையைக் காட்டிலும் சிறிது அதிகமாக இருக்கும். ஏராளமான கன அளவுள்ள காற்றினைப் பயன்படுத்தினால், வெப்ப நிலை மாற்றத்தில் ஏற்படும் இந்தச் சிறு வித்தியாசமும் தவிர்க்கக் கூடிய அளவுக்குக் குறைந்து விடும். காற்றோட்டத் திசையைக் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் அடிக்கடி மாற்றியமைப்பதின் மூலம் சீரான வெப்பத்தினைப் பெறலாம். சூடான காற்று சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் எல்லாப் பகுதிகளுக்கும் சுழன்று செல்வதற்குக் காற்றோட்ட மியக்கும் பொறியும் (blower) மின் விசிறியும் பயன்படுத்தப்படும். இங்ஙனம் சூடாக்கப் பட்ட பொருளை அடுப்பிலேயே ஆறவைத்துக் குளிர வைப்பார். இதற்காகச் சுத்தமான வாயுவினை இப்பகுதியினைச் சுற்றிச் சுழன்று வரும்படி செய்வர். நைட்ரைடிங் (Nitriding) என்பது இந்த முறையைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்படும் ஒரு முக்கியமான நிகழ்ச்சியாகும். இந்த நிகழ்ச்சியில் எஃகு சூடான காற்றினால் சூடாக்கப் பட்ட பிறகு அம்மோனியா வாயுவினைச் செலுத்திக் குளிர வைப்பர். சூடான எஃகு குளிர்ச்சி யடையும்பொழுது அம்மோனியாவில் உள்ள நைட்ரஜனை உட்கொண்டு கடினமாகிறது.

5-4-6. மின்தடை அடுப்புகளின் இழப்புகள்

மின்தடை அடுப்பில் கீழ்க்கண்ட வகைகளில் வெப்பமிழப்பு ஏற்படுகிறது.

A. அடுப்பின் வெப்பநிலையை உயர்த்தப் பயன்படுத்தப்படும் வெப்பம்.

B. உள்ளே இருக்கும் கொள் கலங்களின் வெப்பநிலையை உயர்த்தப் பயன்படுத்தப்படும் வெப்பம்.

C. சுவர்களின் மூலம் கடத்தப்படும் வெப்பம்.

D. கதவினைத் திறந்து மூடும்பொழுது வெளியேற்றப்படும் வெப்பம்.

தேவையான வெப்ப நிலைக்கு, சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கத் தேவைப்படும் வெப்பம் W

என்று எடுத்துக்கொண்டால், அடுப்பின் பயனுறு திறன் $= \frac{W}{W+A+B+C+D}$ ஆகும்.

சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்குப் பரவும் வெப்பம்

சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளைத் தேவையான வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்த, தேவைப்படும் வெப்பத்தினை

$Q = M \times S \times (t_2 - t_1)$ என்ற வாய்பாட்டிலிருந்து பெறலாம்.

இதில் Q என்பது வெப்ப ஆற்றல் (கிலோ கலோரி)
M என்பது பொருளின் நிறை (கிலோகிராம்)
S என்பது வெப்ப அடர்த்தி எண் (கிலோகலோரி/கிலோ கிராம் டிகிரி)
t_1 என்பது தொடக்க வெப்பநிலை (டிகிரி சென்டிகிரேட்)
t_2 என்பது இறுதி வெப்பநிலை (டிகிரி சென்டிகிரேட்)

ஒரு பொருளை ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு (அதாவது திடப்பொருளிலிருந்து திரவப்பொருள் அல்லது திரவப் பொருளிலிருந்து வாயுப்பொருள்) மாற்றுவதற்குக் கூடுதலான வெப்பம் தேவை. ஆகவே, தேவைப்படும் மொத்த வெப்பம் பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்கு அப் பொருளால் உட்கவரப்பட்ட வெப்பம், ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாறுவதால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட வெப்பம் ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

மொத்த வெப்பம் $= M \times S(t_2 - t_1) + L \times m$ கிலோ கலோரி
இதில் L என்பது உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat), இதன் அலகு கிலோ கலோரி/கிலோ கிராம்.

அடுப்பின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குப் பயன்படும் வெப்பம்

சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்ப அளவினைக் கணக்கிட்டதுபோல், இதனையும் கணக்கிடலாம். மின் தடை அடுப்பில் பயன்படுத்தப் படும் வெவ்வேறு வகையான உயர்வெப்பு ஏற்கும் பொருள்கள் சிலவற்றின் (refractory materials) எடை, அவற்றின் வெப்ப அடர்த்தி ஆகியவை பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

அட்டவணை

பொருள்கள்	தன் எடை எண். (sp. weight. கிராம்/ க.செ மீ)	வெப்ப அடர்த்தி எண். கி. கலோரி/ கிலோ கிராம் டிகிரி	வெப்பம் கடத்துந் திறன் வாட்/செ.மீ. டிகிரி.
1. தூய இரும்பு	7·8	0·11	0·52
2. வார்ப்பு இரும்பு	7·03	0·12	0·46
3. பதப்படுத்தப்பட்ட தாமிரம் (Annealed-Copper)	8·89	0·093	3·48
4. குளிர்ந்திருக்கும் போதே இழுக்கப் பட்ட தாமிரம் (Hard drawn copper)	8·89	0·093	3·48
5. துத்தநாகம்	7·3	0·054	0·65
6. பித்தளை	8·7	0·0486	0·65
7. பீங்கான்	2·36	0·12	0·006
8. தீக்கற்கள் (Fire bricks)	2·136	0·108	0·0051
9. மேக்னெசைட் கற்கள் (Magnesite bricks)	2·136	0·135	0·0256
(Asbestos)	3·12	0·108	0·0031

மின் அடுப்பு குளிர்ச்சியடையும்பொழுதுதான் இந்த இழப்பு ஏற்படுகிறது. வெப்பப் பதப்படுத்தும் முறை (heat treatment process) தொடர்ச்சியாக இருந்தால், இந்த இழப்பு தவிர்க்கக் கூடிய குறைந்த அளவாக இருக்கும்.

அடுப்பின் உள்ளே இருக்கும் கொள்கலங்களின் வெப்பநிலையை உயர்த்தப் பயன்படும் வெப்பம்

அடுப்பின் வெப்பநிலை உயர்வுக்கு வேண்டிய வெப்பத்தை எப்படிக் கணக்கிட்டோமோ அதே முறையில் கொள்கலத்தின் வெப்பநிலை உயர்வுக்குத் தேவையான வெப்பத்தினையும் கணக்கிடலாம். கொள்கலத்தில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளை ஒவ்வொரு தடவையும் புதுப்பிக்கப்படும் பொழுதெல்லாம் இந்த கொள்கலத்தைச் சூடுபடுத்த வேண்டியுள்ளது.

அடுப்புச் சுவர்களின்மூலம் வெப்பக் கடத்தல் நிகழ்வதால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு

இந்த இழப்பு தொடர்ந்து நடைபெறுவதால், வெப்ப இழப்புகளில், இந்த இழப்பு ஒரு முக்கியத் தோற்றுவாயாக (source) விளங்குகிறது. அடுப்புச் சுவர்களின் வெப்பங் கடத்துந்திறன் (K) தெரிந்தால் இதனால், ஒரு மணி அளவில் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு $= \frac{KA}{t}(\theta_1 - \theta)$ கலோரி என்ற வாய்பாட்டினைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம்.

இதில் t என்பது சுவரின் கனம் (செ.மீ)
A என்பது சுவரின் சராசரி பரப்பளவு (ச.செ.மீ)
θ_1 என்பது சுவருக்குள் இருக்கும் வெப்பநிலை (°C)
θ_2 என்பது சுவருக்கு வெளியே இருக்கும் வெப்பநிலை (°C)
K என்பது வெப்பம் கடத்துந்திறன் (கலோரி/க.செ.மீ/மணி/°செ.கிரேடு/செ.மீ)

மின் அடுப்பின் கதவினைத் திறந்து மூடுவதால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு

மின் அடுப்பிலிருக்கும் சூடாக்கும் பொருளினைப் பார்வையிடும் பொழுதும் (inspection), அப் பொருளைப் புதுப்பிக்கும் பொழுதும் அடுப்பின் கதவினைத் திறக்க வேண்டிய அவசியமேற்படுகிறது. இவற்றால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பினைக் கணக்கிடுதல் அரிது. ஒவ்வொரு தடவையும் 20 முதல் 30 விநாடிகள் வரை கதவைத்

திறந்து வைப்போமானால் ஒரு சதுர மீட்டர் பரப்பளவுள்ள கதவில் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு 3000 முதல் 6000 C.H.V. வரை இருக்கும் என்பதனை அனுபவவாயிலாக அறிகிறோம்.

5-4-7. மின்தடை அடுப்புகளின் பயனுறுதிறனின் அளவு

மேற்கண்ட முறையில் கணக்கிட்டால், அடுப்பின் பயனுறு திறனின் அளவு 60 சத வீதத்துக்கு மேலும் 80 சத வீதத்திற் குள்ளும் இருக்கும். சாதாரணமாக ஒரு டன் சூடாக்கப்படும் பொருளுக்கு எவ்வளவு மின்னாற்றல் தேவைப்படும் என்ற அளவீட்டைக் கொண்டுதான் அடுப்பு இயங்குகிற வகையினைக் குறிப்பிடுவர். பல்வேறு முறைகளுக்குத் தேவைப்படும் மின்னாற்ற லின் அளவுகள் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

அட்டவணை

முறைகள்	கிலோ வாட்மணி/டன்
(1) எஃகினைப் பதப்படுத்தல்	200—250
(2) தாமிரத்தைப் பதப்படுத்தல்	100—200
(3) ரொட்டியை உலர்த்துதல் (Baking of bread)	50—100
(4) கடுஞ் சூடாக்கிக் கரியாக்குதல் (Carbonising)	250—500
(5) எஃகுத் தகட்டிற்குப் பளிங்கியலான எனுமல் பூச்சுக் கொடுத்தல் (Vitreous enamelling of sheet steel)	400—700

5-4-8. மின்தடை உலைகளில் வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாடு (Temperature control of resistance furnace)

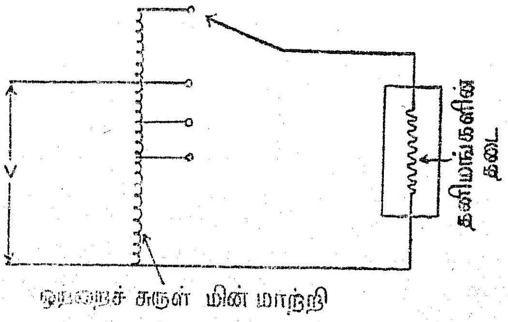
மின்னூற்று மின்னழுத்தம் (supply voltage) தனிமங்களின் தடையைச் சார்பற்ற அளவுகளாகவும் (independent parameters), தனிமங்களின் ஊடே செல்லும் மின்னோட்டத்தினைச் சார்புடைய அளவாகவும் எடுத்துக் கொண்டால், வெப்பநிலைக் கட்டுப்பாட்டை இரு வழிகளில் செய்யலாம். (1) முதலாவது தனிமங்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் (applied voltage) அளவினை

மாற்றிக் கட்டுப்படுத்தலாம். (2) தனிமங்களின் தடையளவினை மாற்றியும் கட்டுப்படுத்துவது இரண்டாவது முறை.

மின்னிலையின் அளவினை மாற்றுவதற்குக் கீழ்க்கண்ட முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

1. (a) ஒற்றைச்சுருள் மின்மாற்றி (Auto transformer)

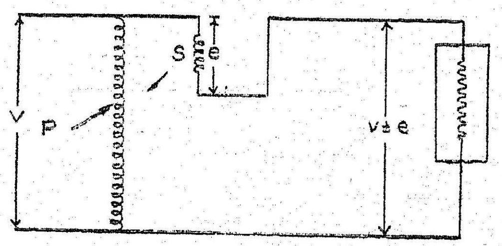
படம் 5-3 (அ)-ல் காட்டியபடி பலவகையான மடைகளை (taps) ஒற்றைச்சுருள் மின்மாற்றியில் பொருத்தி, தனிமங்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை மாற்றலாம்.



படம் 5-3 (அ)
மடைகள் பொருத்தப்பட்ட ஒற்றைச் சுருள் மின்மாற்றி

(b) தூண்டல் ஒழுங்குபடுத்தி (Induction Regulator)

தூண்டல் ஒழுங்குபடுத்தியின் சுழலி (rotor) யின் நிலைமைக்கேற்றவாறு மின் அழுத்த அளவினைக் கூட்டியும் குறைத்தும் படம் 5-3 (ஆ)-ல் காட்டியபடி செய்யலாம்.

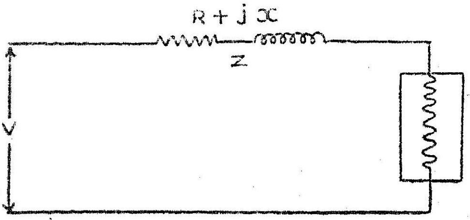


படம் 5-3 (ஆ)
தூண்டல் ஒழுங்குபடுத்தி

(c) தொடர் மறிப்பு (Series Impedance)

ஒரு மறிப்பினை (impedance), தனிமத்தடையுடன் தொடர்ச் சுற்று வழியில் படம் 5-3 (இ)-ல் காட்டியபடி மின்னழுத்தம்

அளவைக் குறைக்கலாம். இந்த முறையில் மறிப்பில் உள்ள தடையின்மூலம் திறன் இழப்பு ஏற்படுவதால், சிறிய உலைகளுக்கே இம் முறையினைப் பயன்படுத்துகிறோம்.



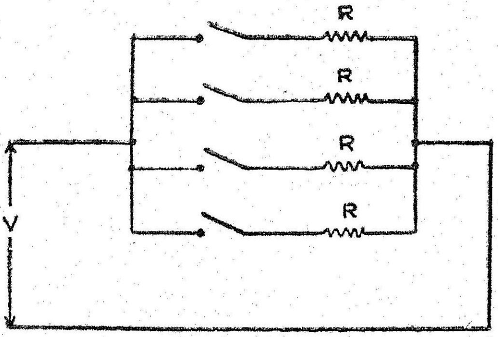
படம் 5-3 (இ)
தொடர் பகுதி

(d) மாறு மின்னிலைத் தறுவாய் (Variable voltage supply)

மின்னுலையின் திட்டவரை (rating) பெரியதாய் இருந்தால் தனிப்பட்ட மின்னியக்கி அமைப்பினைப் பொருத்தித் தேவைக்கேற்றவாறு மின்னிலையை மாற்றலாம். தனிமங்களின் தடையளவினை மாற்ற கீழ்க்கண்ட முறைகளை மேற்கொள்ளலாம் :

2. (a) பக்கவாட்டில் இணையாக இணைக்கப்படும் தனிமங்கள் (Elements in parallel)

ஒரு தனிமத்தின் தடை 'R' எனவும், பக்கவாட்டில் இணையாகச் (parallel) சேர்க்கப்பட்ட தனிமங்களின் எண்ணிக்கை 'n' எனவும் கொண்டால், தனிமங்களின் செயலுறு (effective) தடையின் அளவு $\frac{R}{n}$ ஆகும். உலையில் உண்டாகும் வெப்பத்தின் அளவு $\frac{V^2}{R/n} = \frac{V^2 n}{R}$.



படம் 5-4.

தனிமங்களின் தடைகளின் எண்ணிக்கையை எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிகமாக இணையாக அமைக்கிறோமோ, அதற்கேற்ற வாறு உலையின் வெப்பநிலையையும் அதிகரிக்கச் செய்யலாம் (படம் 5-4).

(b) தனிமங்களின் தொடர்-இணைத் தொகுப்பு (Series-Parallel grouping of Elements)

ஒற்றை நிலை மின் தறுவாயில் (single phase supply) குறை வெப்பநிலைக்கு, சூடாக்கும் தனிமங்களைத் தொடர் இணைப்பிலும், உயர் வெப்பநிலைக்கு இணையாகவும் சேர்க்க வேண்டியிருக்கும். இவ்வகை இணைப்பினைச் சேர்க்கத் தொடரிணை இணைப்பி (series-parallel switches) வேண்டும்.

(c) முக்கிளை-முக்கோண அமைப்பு (Star-delta arrangement)

முந்நிலை மின்னூற்று (three phase supply) குறை வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்கும் தனிமங்களை முக்கிளை (star) வடிவத்திலும், உயர் வெப்பநிலைக்கு முக்கோண வடிவத்திலும் ($\triangle$) இணைக்க வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 5-3.

100 ஓம்கள் மின்தடையுள்ள ஆறு சூடாக்கும் தனிமங்களைத் தடை மின்னுலையில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. இத் தனிமங்களைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள மாறுதிசை மின்னூற்று மின்னழுத்தத்துடன் (A.C. supply voltage) இணைத்தால், ஒவ்வொரு முறையிலும் செலவழிக்கப்படும் மின்திறனின் அளவு என்ன ?

(அ) 220 வோல்ட் ஒற்றை நிலை மின்தருவி (Single phase supply)

(i) ஒரு தொகுப்பில் ஒரு தடை வீதம் ஆறு தொகுப்புகளைப் பக்கவாட்டில் இணையாக இணைத்தல் (six group in parallel).

(ii) ஒரு தொகுப்பில் தொடர் வரிசையில் இரு தடைகள் வீதம் இணைத்து அமைக்கப்பட்ட மூன்று தொகுப்புகளைப் பக்க வாட்டில் இணையாக இணைத்தல்.

(iii) ஒரு தொகுப்பில் மூன்று தடைகள் வீதம் தொடர் வரிசை யில் இணைத்து அமைக்கப்பட்ட இரண்டு தொகுப்புகளைப் பக்க வாட்டில் இணையாக இணைத்தல்.

(ஆ) 440 வோல்ட் முந்நிலை முக்கிளை வடிவ அமைப்பு (Three phase star connection)

(i) ஒவ்வொரு நிலையிலும் இரண்டு தடைத் தனிமங்களைப் பக்கவாட்டில் இணையாக இணைத்தல்.

(ii) ஒவ்வொரு நிலையிலும் இரண்டு தடைத் தனிமங்களைத் தொடர் வரிசையில் (series) இணைத்தல்.

(இ) 440 வோல்ட் முந்நிலை முக்கோண வடிவ அமைப்பு (3 Phase delta connection)

(i) ஒவ்வொரு நிலையிலும் (each phase) இரு தடைத் தனிமங்களைப் பக்கவாட்டில் இணையாக (parallel) இணைத்தல்.

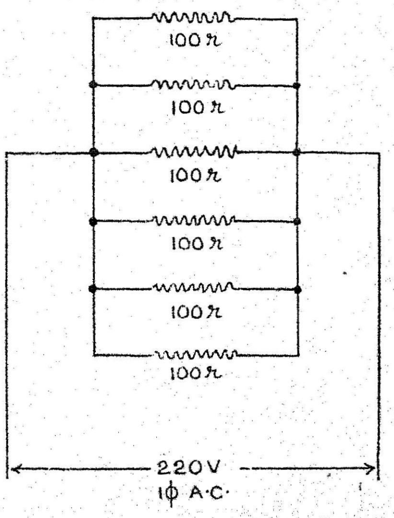
(ii) ஒவ்வொரு நிலையிலும் இரு தடைத் தனிமங்களைத் தொடர் வரிசையில் (series) இணைத்தல்.

(ஈ) 440 வோல்ட் முந்நிலை முக்கிளை வடிவ அமைப்பு (3 ϕ Star conneetion)

(i) ஒற்றைச்சுருள் மின்மாற்றியின் மடை (tap) அளவு 60%.

(ii) 400 வோல்ட் முந்நிலை முக்கோண வடிவ அமைப்பு ஒற்றைச்சுருள் மின்மாற்றியின் மடை அளவு 60%.

தீர்வு :



படம் 5-5 (அ)

(அ) (i) ஒவ்வொரு மின்தடையிலும் செலவழிக்கப்படும் மின் திறன்

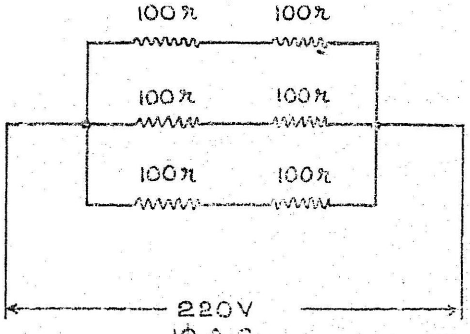
$$= \frac{220 \times 220}{100} \text{ வாட்கள்}$$

$$= 484 \text{ வாட்கள்}$$

பக்கவாட்டில் இணையாக இணைக்கப்பட்ட ஆறு மின்தடைத் தனிமங்களில் செலவழிக்கப்படும் மின் திறன் $= 6 \times 484 = 2904$ வாட்கள் அல்லது 2·904 கிலோ வாட்கள்.

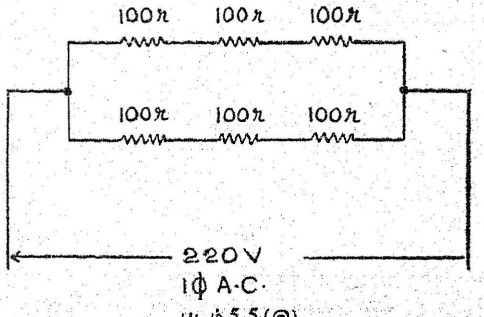
(அ) (ii) ஒரு தொகுப்பில் தொடர் வரிசையில் இணைக்கப்பட்ட இரு மின் தடைத் தனிமங்களில் செலவழிக்கப்படும் மின்திறன்

$$= \frac{220 \times 220}{200} = 242 \text{ வாட்கள்}$$



படம் 5-5 (ஆ)

மூன்று தொகுப்புகளில் செலவழிக்கப்படும் மின்திறன் $= 3 \times 242 = 725$ வாட்கள் (அதாவது) 0·726 கிலோ வாட்.



படம் 5-5 (இ)

(அ) (iii) மூன்று தடைகளைத தொடர் வரிசையில் இணைத்து அமைக்கப்பட்ட ஒரு தொகுப்பில் செலவழிக்கப்படும் மின்திறன்

$$= \frac{220 \times 220}{300}$$

$= 161 \cdot 3$ வாட்கள்

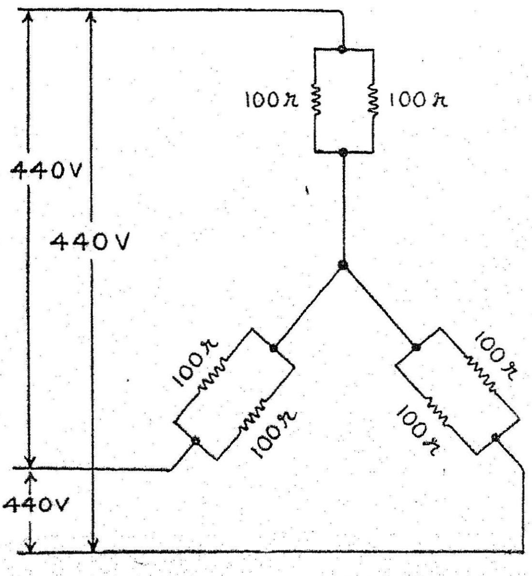
இரு தொகுப்புகளில் செலவழிக்கப்பட்ட மொத்த மின் திறன் $= 2 \times 161 \cdot 3 = 322 \cdot 6$ வாட்கள் (அதாவது) $0 \cdot 3226$ கி.வாட்.

(ஆ) (i) ஒவ்வொரு நிலையிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின் தடைகளில் செலவழிக்கப்படும் மின்திறன்

$$= \frac{440}{\sqrt{3}} \times \frac{440}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{50} = \frac{3872}{3} = 1290\tfrac{2}{3} \text{ வாட்கள்.}$$

செலவழிக்கப்படும் மொத்த மின் திறன் $= 3 \times 1290\frac{2}{3}$

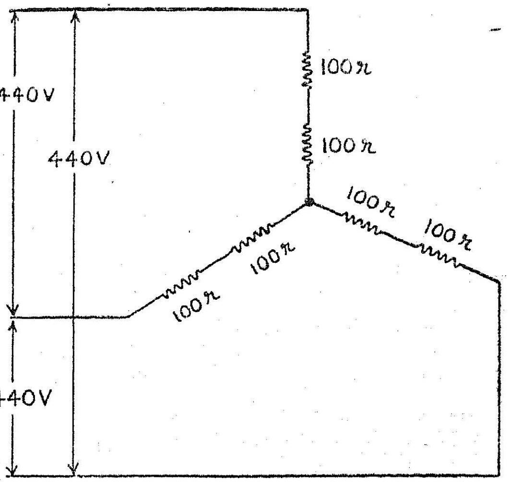
$=$ 3872 வாட்கள் அல்லது $3 \cdot 872$ கிலோவாட்.



படம் 5-6. (அ)

(ஆ) (ii). ஒவ்வொரு நிலையிலும் உள்ள மின் தடைகளில் செல வழிக்கப்படும் மின் திறன்

$$= \frac{440}{\sqrt{3}} \times \frac{440}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{200} = \frac{968}{3} = 322\tfrac{2}{3} \text{ வாட்கள்}$$

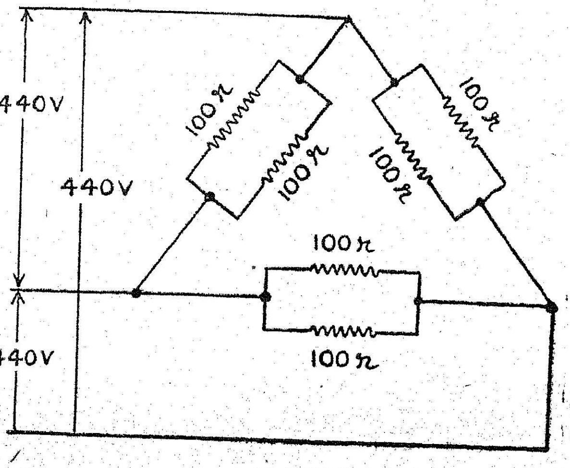


படம் 5·6 (ஆ)

மூந்நிலைகளிலும் செலவழிக்கப்பட்ட மொத்த மின் திறன்

$= 3 \times 322\tfrac{2}{3} = 968$ வாட்கள் அல்லது 0·968 கிலோ வாட்.

(இ) (i) ஒவ்வொரு நிலையிலும் உள்ள மின் தடைகளில் செல வழிக்கப் படும் மின் திறன் $= 440 \times 440 \times \frac{1}{50} = 3872$ வாட்கள்



படம் 5-7 (அ).

முந்நிலைகளிலும் செலவழிக்கப்பட்ட மொத்த மின் திறன்

$= 3 \times 3872 = 11616$ வாட்கள் அல்லது

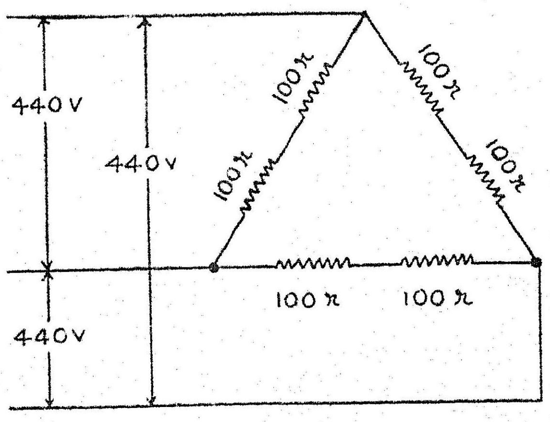
11·616 கிலோ வாட்கள்

(இ) (ii) ஒவ்வொரு நிலையிலும் உள்ள மின் தடைகளில் செலவழிக்கப்படும் மின் திறன் $= 440 \times 440 \times \frac{1}{200} = 968$ வாட்கள்

முந்நிலைகளிலும் செலவழிக்கப்பட்ட மொத்த மின் திறன்

$= 3 \times 968 = 2904$ வாட்கள் அல்லது

2·904 கிலோ வாட்கள்

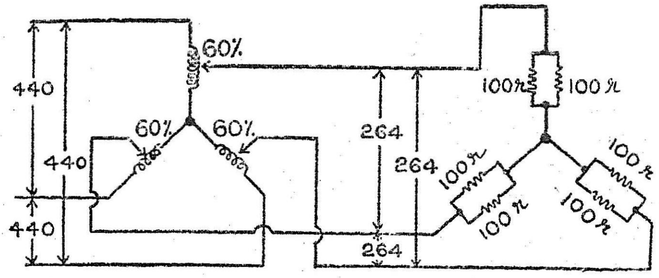


படம் 5-7 (ஆ)

(ஈ) (i) ஒற்றைச்சுருள் மின் மாற்றியின் மூலம் 60% மடையைப் பயன் படுத்தினால் தனிமங்களுக் கிடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்த அளவு $0·6 \times 440 = 264$ வோல்ட்டு. எனவே, செலவழிக்கப்படும் மொத்த மின் திறன்

$$= 3 \times \frac{264}{\sqrt{3}} \times \frac{264}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{50} = 1·394 \text{ கிலோ வாட்கள்}$$

அதாவது ஆ (i)-ல் அமைப்பில் செலவழிக்கப்படும் மின் திறனில் 0·36 மடங்கு இருக்கும். அதே போல் ஆ (ii) அமைப்பில்



படம் 5-8.

செலவழிக்கப்படும் மின் திறனின் 0·36 மடங்கு செலவாகும். அதாவது 0·36 × 0·968 = 0·3485 கிலோ வாட்கள்.

(ஈ) (ii) இ (i) அமைப்பில் செலவழிக்கப்படும் மின் திறனில் 0·36 மடங்கு செலவாகும். அதாவது 0·36 × 11·616 = 4·182 கிலோ வாட்கள்.

அதே போல் இ (ii) அமைப்பில் செலவழிக்கப்படும் மின் திறனில் 0·36 மடங்கு செலவாகும். அதாவது 0·36 × 2·904 = 1·04544 கிலோ வாட்கள்

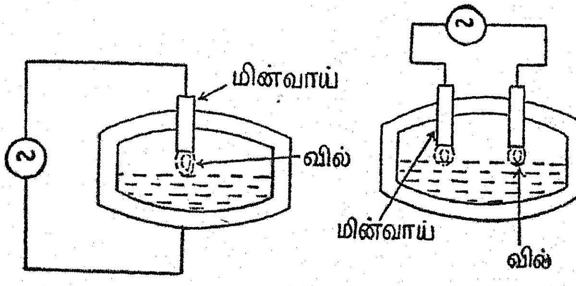
5-5. மின் வில் உலைகள் (Electric arc furnaces)

சிறு இடைவெளி இருக்குமாறு பிரிக்கப்பட்ட இரு மின் வாய்களுக்கு இடையே வழங்கப்படும் மின்னழுத்த அளவினை அதிகரித்துக் கொண்டே வந்தால், ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தத்தில் இரு மின்வாய்களின் இடைவெளியில் உள்ள காற்று நிலை மின்விசையால் (electrostatic force) அயனிக்கப்பட்டு ஒரு நல்ல மின்கடத்தும் பொருளாக விளங்குகிறது. இங்ஙனம் இரு மின் வாய்களின் காற்று இடைவெளியினூடே, தொடர் தீப்பொறி வடிவத்தில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு மின் வில் என்று பெயர். அதாவது காற்று இடைவெளியினூடே மின் வில்லினைத் தோற்றுவிக்க உயர் மின்னழுத்தம் தேவை. ஆனால், அதனை நிலை நிறுத்துவதற்குத் தாழ் மின்னழுத்தம் போதுமானது. மின் வில் உலைகளில், மின்வாய்களையும் அவற்றுக்கிடையே காற்று இடைவெளியினையும் (air gap) அமைத்து, இத்தகைய மின் வில்லினைப்

பெறுவர். கிராபைட் அல்லது கரிமின் வாய்களைக் கொண்ட மின் உலையின் வெப்பநிலை சுமார் 3000°C-யிலிருந்து 3500°C வரை இருக்கும். மின் வில் உலைகளில் இரு வகை உண்டு. ஒன்று நேரடி மின் வில் உலை; மற்றொன்று மறைமுக மின் வில் உலை.

5-5-1. நேரடி மின் வில் உலை

இந்த உலையில், மின்வாய்களுக்கும் உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்கும் (charge) நேரிடையாகவே மின்வில் ஏற்படுகிறது. அதாவது மின்வில் உருக்கப்படும் பொருளுடன் நேராகத் தொடர்பு பெற்றிருப்பதுடன், அந்தப் பொருளினூடே மின்னோட்டம் பாய்ந்து இந்த மின்வில்லினை நிலை நிறுத்துகிறது. உருக்கப்படும் பொருளின் மின் தடை மிகக் குறைவாக இருந்தாலும், அதனூடே பாயும் மிகுந்த மின்னோட்ட வலிமையால் சூடாக்கப்படுகிறது. மேலும் வெப்பக் கதிர்வீசல் முறையில், மின் வில்லிலிருந்தும் இப் பொருளுக்கு வெப்பம் பரவுகிறது. ஆகவே மிகுந்த உயர்வெப்பநிலையை இம் முறையினால் பெறலாம். இந்த நேரடி மின்வில் உலையை, மின்கடத்தும் அடித்தளம் கொண்ட உலை [படம் 5-9 (அ)], மின்கடத்தா அடித்தளம் கொண்டஉலை [படம் 5-9 (ஆ)] என இரு பிரிவுகளாகவும் பிரிக்கலாம். மின்கடத்தா அடித்தளம் கொண்ட உலையே பெரும்பாலும் வழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது.



படம் 5-9 (அ) படம் 5-9 (ஆ)

மின் கடத்தும் அடித்தளம் கொண்ட மின்வில் உலை

மின் வில் உலையின் அமைப்பு

இதன் வெளிப்புறம் உருளை வடிவமான எஃகுத் தகட்டினால் (steel plate shell) ஆனது. அடிப்பாகம் சிறுத்தும், மேலே போகப் போகப் பெருத்தும் உள்ள கூம்பு வடிவ உலைகள் அண்மைக்

காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. உலையின் அடிப்பாகம், உட்புறப் பகுதிகளாகிய அதன் பக்க வாட்டில் உள்ள சுவர்கள் அதன் மேல் பாகம் ஆகியவற்றின் வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடிய தீக்கற்கள் (fire bricks), மேக்னெசைட் கற்கள், சிலிகாப் பாளங் கள் (silica blocks) போன்றவற்றினால் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. உலையின் அடிப்பாகத்தின் உட் சுவர் உப்பு அல்லது அமில உள் வரிப் பூச்சுடையதாக (basic or acidic lining) இருப்பதற்கேற்ப அதன் அடிப்பாகத்தில் மேக்னெசைட் கலவை அல்லது நன்கு அரைக்கப்பட்ட நுண் மணல் கலந்த களிமண் வகைக் கலவை யினால் பூசப்பட்டிருக்கும். உலையின் ஒரு பக்கத்தில் உள்ள கதவின் மூலம் வெப்பத்தை உட்செலுத்தவும், மறு பக்கத்தில் உள்ள குழாய் விளிம்பு (tap hole) கெண்டிவாய்க் குழல் (spout) ஆகிய திறப்பு களின் வழியாக உருக்கப்பட்ட பொருளையும், கசடையும் (slag) தனித் தனியே எடுப்பர். இவ் வுலையைத் தேவையான பக்கத்தில் சாய்த்துக் கொள்வதற்குத் தக்கவாறு ஓர் அச்சுடன் இவ்வுலை தாங்கியின்மேல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. உருக்க வேண்டிய பொருள்களை, கதவின் மூலமாகவோ அல்லது அதன் மேல் பாகத் திலிருந்தோ உட் செலுத்தலாம். சிறிய உலைகளுக்குக் கதவின் மூலமாக உலோகப் பொருள்களை உள்ளே செலுத்துவர். மேல் பாகத்திலிருந்து உலைக்குப் பொருள்களை உட் செலுத்தும் முறை:

(i) கவிழ்ப்பு மேல் பாகம் (tilt top)

(ii) ஊசலாடும் மேல் பாகம் (swing top)

(iii) நிலைதாங்கி தூக்கி வகை (gauty lift type)

என மூவகைப்படும்.

உலையின் மின் வாய்களை உயர்த்தி, அவற்றை உலைக் கூட்டி னின்று அகற்றியும், அந்த உலையின் மேல் பாகத்தைத் (roof) தூக்கி, நிலைதாங்கி பாரந்தூக்கியின் (gauty crane) மூலம் உலையின் ஒரு பககத்தில் நகர்த்தியும் வைத்த பின் உலையை உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளால் நிரப்புவர். உலையின் மேல் பாகத்தில் உள்ள வட்டமான திறப்புகளின் வழியாக மின் வாய்கள் பொருத் தப்பட்டிருக்கும். இந்த மின் வாய்களைச் சுற்றி அமைக்கப்பட் டிருக்கும் நீரால் குளிர வைக்கும் வளையங்கள் (water cooled rings) காப்புறுதித் தகடு போல் விளங்குகின்றன. இந்த மின் வாய்கள் நீரால் குளிர வைக்கும் ஆப்பு வடிவப் பிடிப்புகளினால் (wedge lamps) பிடிக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தப் பிடிப்புகளின் மூலம்

தருவியிக்கும் (power supply), மின் வாய்களுக்கும் இடையே மின் தொடர்பு ஏற்படுகிறது. இந்த உலைகளின் உள் விட்டங்கள் 2 மீட்டர் முதல் 7 மீட்டர் வரை இருக்கும். 3 டன்னிலிருந்து 100 டன் வரை கொள் திறம் கொண்ட உலைகள் உள்ளன. இவற்றுடன் இணைக்கப்படும் மின்மாற்றியின் திறன் 1·5–லிருந்து 25 *M.V.A.* வரை இருக்கும்.

நேரடி மின்வில் உலையின் மேன்மைகள்

(1) இந்த உலைகளில் உள்ள உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் இரு வழிகளில் வெப்பத்தினைப் பெறுகிறது. (அ) மின் வில்லிலிருந்து வெப்பக் கதிர்வீசல் முறையில் வெப்பம் கிடைக்கிறது. (ஆ) உருக்கப்படும் பொருளின், மின்தடை வழியாக மின்னோட்டம் பாய்வதாலும் சிறிதளவு வெப்பம் ஏற்படுகின்றது. ஆகவே, உயர் வெப்பநிலைச் சூடாக்கம் இம் முறையில் கிடைக்கிறது.

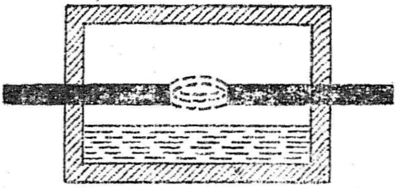
(2) மின் வில் உருக்கப்படும் பொருளுடன் தொடர்புடையதாயிருப்பதால், மின்காந்தத் தூண்டலினால் உருக்கப்படும் பொருள் நன்கு கிளறித் தூண்டப்படுகிறது. இந்தக் கிளறிவிடும் தன்மையினால், உருக்கப்படும் பொருள் நன்கு கலக்கப்படுகிறது. இதனால் ஒரே சீரான இணைப்பாக்கம் (composition) கொண்ட கூட்டமைவு உருகும் பொருளில் ஏற்படுகின்றது.

பயன்கள் : இந்த முறை எஃகு உற்பத்திச் செய்வதற்குப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இம் முறையில் கிடைக்கும் பொருள் தூய்மையாயிருப்பதுடன், அந்தப் பொருளின் உறுப்புகள் சரியான பங்கு வீதத்தில் சேர்ந்தமையும் இணைப்பாக்கமும் கிடைக்கிறது. ஆகவே, இம் முறை குபோலா (cupola) போன்ற உருக்கு முறையைவிடச் சிறந்தது. ஆனால், இம் முறை அமைப்புக்கான முதலீட்டுத் தொகையும், இதனை இயக்குவிக்கும் பணிகளுக்கு ஆகும் செலவும் அதிகமானது. பொதுவாக, பொருள்களை உருக்குவதற்கும் (melting), தூய்மைப்படுத்துவதற்கும் (refining), இம் முறையைப் பயன்படுத்துவர். மின்னாற்றல் நயமாகக் கிடைக்கும் இடங்களில் இம் முறையைப் பயன்படுத்தினால் உற்பத்தி செய்யப்படும் பொருளின் விலை ஓரளவு குறையும்.

5-5-2. மறைமுக மின் வில் உலை

இந்த வகை மின் வில் உலை படம் 5-10-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது இந்த முறையில் இரு மின்வாய்களுக்கிடையே மின்வில் ஏற்படு

கிறது. இந்த மின் வில்லிலிருந்து, உருக்கப்படும் பொருளுக்கு வெப்பக் கதிர்வீசல் முறையில் வெப்பம் பரவுகிறது. ஆகவே,



படம் 5-10.
மறைமுக மின் உலை

இம் முறையில் அடையும் பெருமவெப்பநிலை, நேரடி மின்வில் உலையில் கிடைக்கும் வெப்பநிலையைவிடக் குறைவு. உருக்கப்படும் பொருளினூடே இம் முறையில் மின்னோட்டம் பாயாததால், உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளில் கிளறிவிடுந் தன்மை ஏற்படுவதில்லை. ஆகவே, உருக்கப்படும் பொருளைக் கிளறி ஒருங்கு சேரச் செய்வதற்கு, உலையைக் குலுக்கி அசைந்தாடும்படி செய்ய வேண்டும். ஆகவேதான், இந்த உலை உருளை வடிவமாக இருக்கிறது. உலை அறையின் கிடைமட்ட அச்சின் வழியாக மின்வாய்களின் முனைகள் படத்தில் காட்டியபடி நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்பில் இரு மின்வாய்களுக்கு மேல் பயன்படுத்த முடியாது. ஆகவேதான், ஒற்றைநிலை மின் தருவியை இந்த அமைப்புக்குப் பயன்படுத்துவர். மேலும், இந்த உலையின் வடிவம், ஒற்றைநிலை மின்தருவிக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்சுமை அளவின் வரம்புக்குட்பட்டு இருக்க வேண்டும். அதாவது இதன்மூலம் உருக்கப்படும் பொருளின் எடை ஒரு டன் அளவு வரை இருக்கும்.

இந்த மின் உலையை ஊசலாடும் செயலுக்கேற்ப (rocking action) மின் மோட்டாரினால் இயக்கப்படும் தூண்டு உறுப்புகளும் (guides), உருளைகளும் (rollers) இதில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. தொடக்கத்தில் ஊசலாடும் செயலின் கோணம் 15° முதல் 20° வரை இருக்கும். உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் முழுவதும் உருகிய நிலையில் இருக்கும்பொழுது, இச் செயலின் கோணம் 200°-க்கு உயர்ந்து ஒரு நிமிடத்தில் 2 சுற்றுகள் வேகத்தில் இந்த உலை அசைந்தாடும். முழுமையான கலவை இந்த முறையில் கிடைப்பதுடன் ஊசலாடும் செயலால் அதன் பயனுறுதிறனை அதிகரித்தும்,

உயர் வெப்பத்தினைத் தாங்கும் பொருளால் பூசப்பட்ட அந்த உலையின் உட்புற அமைப்பினை நீடித்திருக்கவும் செய்கிறது. ஏனெனில், இந்த மின் உலை மிகுந்த வேகத்தில் அசைந்தாடும். பொழுது உருக்கப்படும் பொருள் உட்புறச் சுவர்களின் எல்லாப் பாகங்களிலும் பரவி விரவுவதன் மூலம் சில இடங்களில் மட்டும் மிகையான வெப்பநிலை அடையாதவாறு பாதுகாக்கப்படுகிறது

பயன்கள் : அயசமற்ற உலோகப் பொருள்களை (non-ferrous metals) உருக்குவதற்கு இம் முறை பெரிதும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வப்போது தேவைப்படும் சிறிதளவு உலோகங்களை உருக்கி எடுக்கும் இரும்பு வார்ப்புச் சாலைகளிலும் (iron foundaries) இம் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. அஜக்ஸ் வியட் (Ajax wyat) தூண்டல் உலையுடன் ஒப்பு நோக்கும்பொழுது, இந்த அமைப்பின் பயனுறுதிறன் மிகக் குறைவு.

5-5-3. மின் வாய்கள்

மின் வாய்கள் கரி மின் வாய் (carbon electrode), படிகக் கரி மின் வாய் (graphite electrode), சோடர் பெர்கு (Soder berg) மின் வாய் என மூவகைப் படும். கரி மின் வாயும், படிகக் கரி மின் வாயும், நேரடி மின்வில் உலையிலும், மறைமுக மின் வில் உலையிலும் பயன் படுத்தப் படுகின்றன. 30 செ.மீ. முதல் 40 செ.மீ. வரை விட்டமுடைய மின் வாய்களைப் பெரிய மின் உலைகளில் பயன்படுத்துவர். அரிதில் உருகும் திறமை (infusibility), எளிதில் மின் கடத்துந் தன்மை, வேதியியல் வினைவுகள்ளற்ற போக்கு, வெப்ப அதிர்ச்சிக் காளாகாமல் இருக்கும் நிலைமை, இயந்திர வலிமை போன்ற பண்புகளை இந்த மின் வாய்கள் கொண்டிருப்பதால், மின்வில் உலைகளில் இவை பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. கரி மின் வாய்க்கும் படிகக்கரி மின் வாய்க்குமுள்ள வேறுபாடுகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

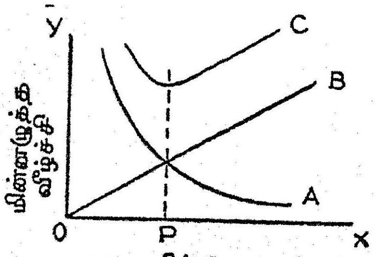
கரி மின் வாய்கள் படிக உருவ மற்றது (amarphous). ஆனால் படிகக்கரி மின்வாய்கள் கரிமின் வாய்களை உயர் வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்கிக் கிடைத்த பொருளாகும். இதனால் கரியில் உள்ள பெருவாரியான மாசுகள் அகற்றப்படுவதுடன், விரைவில் ஆவியாகும் தன்மையினை உண்டாக்குகிறது. படிகக்கரி மின் வாய்களின் தன் தடை எண் கரிமின்வாய்களின் தன் தடை எண்ணைக் காட்டிலும் குறைவு. ஆகவே, கொடுக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்திற்குத் தேவைப்படும் படிகக்கரி மின்வாயின் குறுக்களவு, கரி மின்வாயின் குறுக்களவில் கிட்டத்தட்ட பாதியளவாகவே

இருக்கும். கொடுக்கப்படும் மின்னோட்டத்திற்கு, கரிமின் வாய்களின் பரப்பு, படிகக் கரி மின்வாய்களின் பரப்புகளைவிட அதிகமாக இருப்பதால் உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் மேற்பரப்பில் கரியில் சூடாக்கம் அதிக பரப்பளவில் பரவ ஏதுவாகிறது. இதனால் ஒரே சீரான வெப்பப் பரவல் கிடைக்கிறது. ஆனால், இந்த அதிகமான பரப்பு வாய்ந்த கரி மின்வாய்களைக்கொண்ட உலையில் மின்வாய்க்கும், உலையின் உட்புறச் சுவருக்குமுள்ள இடைவெளி குறைகிறது. ஆகவே, இந்த உலையின் உட்புறச் சுவர் வெகுவாகச் சூடாக்கப்பட்டு அவற்றின் நீடித்துழைக்கும் தன்மையினைக் குறைக்கிறது. 600°C வெப்பநிலைக்குமேல் மின்வாய்கள் ஆக்ஸிகரணமடைந்து பயன்பட்டு அழியும் தன்மையை அடைகின்றன. இப்படிப் பயன்பட்டு அழியும் தன்மை, படிகக் கரி மின்வாயினைவிட, கரி மின் வாய்களில் 50 முதல் 100 சதவீதம் வரை அதிகமாயிருக்கும். மாறாகப் படிகக் கரி மின்வாய்களின் விலை, கரி மின்வாய்களின் விலையைபோல் இரு மடங்கு உள்ளது. கரி மின்வாய்களினூடே பாயும் மின்னோட்டம் வலிமை குறைந்ததாய் இருப்பதால், மின் உலையுடன் இணைக்கப்படும் மின்மாற்றியின் மின்திறன் 3 mVA அளவு வரையுள்ள மின் உலையில்தான் இந்த மின்வாய்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

அயசக் கலவைகள் (ferro alloys) அலுமினியம், கால்சியம் கார்பைடு, பாஸ்பரம் போன்றவற்றைத் தயாரிக்க உதவுகின்றன. சிறிய மின் உலைகளில்தான் கரி மின்வாய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படிகக் கரி மின்வாய்கள் பெரிய மின் உலைகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

சோடர்பெர்கு மின்வாய்கள் தொடர்ச்சியாக வழங்கப்படும் (continuous type) மின்வாய்களின் வகையினைச் சார்ந்தது. இந்த மின்வாய்கள் தனிச் சிறப்பு வாயந்த பசைக் குழம்பினால் (special paste) ஆனது. இவற்றை உலையின் சூட்டினாலும் (heat of furnace), கடத்தியினூடே பாயும் மின்னோட்டச் சூடாக்கத்தினாலும் (heat of conducting current) சூடுபடுத்திக் கெட்டியாக்குவர். இத்தகைய பசைக்குழம்பு, மெல்லிய எஃகு உருளையில் (cylinder) இட்டு வைப்பர். குறைப்பு உலை (reduction furnace) போன்ற இடங்களில் மின்வாய்களை விரைவாக இயக்க வேண்டிய (rapid movement) அவசியமில்லை. அப்படிப்பட்ட இடங்களில் சோடர்பெர்கு மின்வாயினைப் பயன்படுத்துவர். மின் வில் சுமையின் (arc load) இடையே மாறு மின்னழுத்தம் கொண்ட ஒரு மின் சுற்றமைப்பு நிலையானதன்று (unstable). வில் மின்னோட்டம் அதிகரித்தால், வில்லின் விட்டம் அதிகமாகும். வில் விட்டம்

அதிகமானால், வில்லின் மின்தடை குறையும். இதனால் வில் மின்னோட்டம் மீண்டும் அதிகரித்து நிலையான இயக்கமின்றியிருக்கும். வில்லின் எதிர் வோல்ட்டு ஆம்பியர் சிறப்பியல்பே இந்த நிலையான இயக்கமில்லாததற்குக் காரணம்.



படம் 5-11.
எதிர் வினைப்புச் சுருள்

படம் 5-11-ல் உள்ள *A* என்ற வளைகோடு வில்லின் வோல்ட்டு - ஆம்பியர் சிறப்பியல்பினைக் குறிக்கும். *B* என்ற நேர்கோடு, எதிர் வினைப்புச் சுருளின் (reactor) வோல்ட்டு - ஆம்பியர் சிறப்பியல்பாகும். *C* என்னும் வளைகோடு எதிர் வினைப்புச் சுருளினையும், மின் வில் சுமையினையும் கொண்ட மின் சுற்றமைப்பின் வோல்ட்டு-ஆம்பியர் சிறப்பியல்பாகும். சுமை மின்னோட்டம் *OP* என்ற அளவுக்கு மேற்பட்டிருந்தால் நிலையான இயக்கம் கிடைக்கும்.

இங்ஙனம் ஓர் எதிர் வினைப்புச்சுருள், வில்லினை நிலை நிறுத்தச் செய்வதுடன், ஒரு பாதுகாப்புக் கருவியாகவும் விளங்குகிறது. உருக்கத் தொடக்கத்தில் (at the start of the melt) துணைச் சுற்றமைப்பின் மின்தடை மிகக் குறைவு. ஆகவே, மிக வலிமை வாய்ந்த குறுக்குச் சுற்றுவழி மின்னோட்டம் (short circuit current) பாயும். இந்த உயர் மின்னோட்ட வலிமையினைக் கட்டுப்படுத்த எதிர் வினைப்புச் சுருள் பயன்படுகிறது.

5-5-4. மின் வில் உலைகளுக்குத் தேவையான மின்திறன் தருவி (Power suppy to the arc furnaces)

இதற்குத் தேவைப்படும் மின்திறன் தருவியின் அமைப்பு தாழ் மின்னழுத்தத்தில் உயர் மின்னோட்ட வலிமை கொண்டது. இவற்றிற்கான காரணங்கள் கீழ்வருமாறு :

(1) வெப்ப விளைவு, மின்னோட்டத்தின் இருமடி அளவுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதால், மிகுந்த வலிமையுடைய மின்னோட்டம் தேவை.

(2) மின் வாய்க்கும் சூடாக்கப்படும் பொருளுக்குமிடையே உயர் மின்னழுத்தம் கொடுத்தால், உயர் மின்னழுத்தச் சரிவு உண்டாகும். இதனால் உலையின் சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள

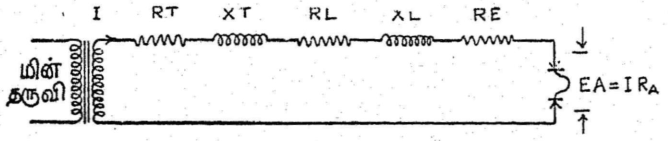
நைட்ரஜன் வாயு அயனிக்கப்படுகிறது. இங்ஙனம் அயனிக்கப் பட்ட நைட்ரஜன் சூடாக்கப்படும் பொருளால் உட்கவரப்படுகிறது. இந்த நைட்ரைடிங் (nitriding) விளைவு சூடாக்கும் பொருளினை நொறுங்குந் தன்மையுடையதாக்குகிறது.

(3) மிகுந்த வலிமை கொண்ட மின்னோட்டங்களும், தாழ் மின்னழுத்தங்களும் இச் சூடாக்கத்திற்குத் தேவை. தாழ் மின்னழுத்தம் மின்வாய்களுக்கிடையே கொடுக்கப்படுவதால் மின் வாய்களைச் சூடாக்கப்படும் பொருளின் அருகில் வைக்க முடிகிறது. இங்ஙனம் வில். உலையின் மேல்பாகப் பகுதியிலிருந்து (roof) அதிக தூரத்திலிருப்பதால், உலையின் மேல்பாகத்தின் உட்சுவர் நீடித்திருக்கும்.

இரும்பினை உருக்குவதற்கும் அதனைத் தூய்மையாக்குவதற்கும் மின்திறன் அளவு, சிறிய $\frac{1}{2}$ டன் உலைகளுக்கு 500 கிலோ வாட்கள்/ டன் வீதமும், பெரிய அளவான 50 அல்லது 100 டன்கள் உலை களுக்கு 200 கிலோ வாட்கள்/டன் வீதமும் தேவைப்படும். ஒரு டன் எடையுள்ள உலோகத்தை உருக்கச் செலவழிக்கப்படும் மின்னாற்றல் 600 முதல் 800 கிலோ வாட் மணிகள் வரை ஆகும்.

பெரும வெளிப்பாட்டிற்கான நிபந்தனைகள் (Conditions for maximum output)

மின் வில் உலையின் விளக்கச் சுற்றது படம் 5-12-ல் (equivalent circuit) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 5-12
மின் வில் உலையின் விளக்கச் சுற்று

R_T என்பது மின்மாற்றியின் மொத்த இணைமாற்று மின்தடை (துணைச்சுருள் பக்கம்)

X_T என்பது மின்மாற்றியின் மொத்த இணைமாற்று எதிர் வினைப்பு (துணைச்சுருள் பக்கம்)

R_L என்பது மின் இணைப்புக் கம்பிகளின் (leads) மின்தடை

X_L என்பது மின் இணைப்புக் கம்பிகளின் எதிர் வினைப்பு

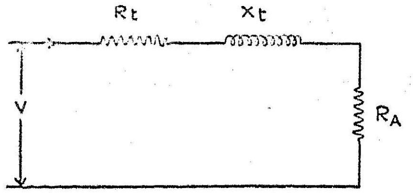
R_E என்பது மின் வாய்களின் மின் தடை.

E_A என்பது வில்லின் குறுக்கே ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி $= I.RA$

இதில் R_A என்பது வில்லின் மின்தடை (ஓம்கள்).

I என்பது வில் மின்னோட்டம் (ஆம்பியர்கள்).

$R_t = R_T + R_L + R_E$ ஆகவும் $X_t = X_T + X_L$ ஆகவும் எடுத்துக் கொண்டால், மின்வில் உலையின் சுருக்கிய (simplified) சுற்றமைப்பு படம் 5-12 (அ)-ல் காட்டியபடி இருக்கும்.



படம் 5 12 (அ)
மின்வில் உலையின் சுற்றமைப்பு

∴ வில்லின் வழியாகப் பாயும் மின்னோட்டம்

$$I = \frac{V}{\sqrt{(R_t + R_A)^2 + X_t^2}} \quad \ldots \quad (5\text{-}7)$$

ஆகவே, வில்லில் ஏற்படும் மின் திறன் இழப்பு

$$P = I^2 R_A$$

$$= \frac{V^2}{(R_t + R_A)^2 + X_t^2} \times R_A$$

$$= \frac{V^2}{R_t^2 + 2 R_t R_A + R_A^2 + X_t^2} \times R_A$$

$$P = \frac{V^2}{R_A + 2 R_t + \frac{R_t^2 + X_t^2}{R_A}} \quad \ldots \quad (5\text{-}8)$$

மின்திறனிழப்பு P பெருமமாக இருக்க வேண்டுமானால், பகுதி $\left(R_A + 2 R_t + \frac{R_t^2 + X_t^2}{R_A}\right)$ சிறுமமாக இருக்க வேண்டும்.

... (5-9)

அதாவது $\frac{d}{dR_A}\left(R_A + 2 R_t + \frac{R_t^2 + X_t^2}{R_A}\right) = 0.$

$$R_A = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} \quad \ldots \quad (5\text{-}10)$$

வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் நிலையாயிருந்து, வில்லின் மின்தடை, மின் சுற்று வழியின் மறிப்புக்கு (வில்லின் மின்தடை நீங்கலாக) சமமாயிருந்தால் பெரும மின்திறன் இழப்பு மின் உலையில் உண்டாகும். (ஈண்டுக் குறிப்பிட்ட மின்சுற்று வழியின் மறிப்பு, மின் மாற்றியின் துணைச்சுருள் பக்கத்துக்கு (referred to secondary side) மின்தடை எதிர்வினைப்பு ஆகியவற்றை மாற்றியமைத்ததனால் கிடைத்த மதிப்புகளைப் பெற்றவை.

பெரும மின்திறனிழப்பின்போது உள்ள மின்திறன் காரணி

(power factor) $\cos\phi = \dfrac{R_A + R_t}{\sqrt{(R_A + R_t)^2 + X_t^2}}$

$$= \frac{R_A + R_t}{\sqrt{R_A^2 + 2R_AR_t + R_t^2 + X_t^2}}$$

$$= \frac{R_A + R_t}{\sqrt{2R_A^2 + 2R_AR_t}} \quad \left(\because R_A = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}\right)$$

$$= \sqrt{\frac{R_A + R_t}{2R_A}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{1 + \frac{R_t}{R_A}} \qquad \ldots \quad (5\text{-}11)$$

R_t-ன் மதிப்பு, R_A ஐ ஒப்புநோக்கச் சிறியதாக இருந்தால் R_t யைத் தவிர்க்கலாம்.

$$\because \cos\phi = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{\cdot}707$$

ஆகவே, R_t-ன் மதிப்பினைப் புறக்கணித்து, துணைச்சுருள் பக்கமாகக் கணக்கிடப்பட்ட மின்திறன் காரணி 0·707 ஆக இருந்தால், பெரும மின்திறன் ஏற்படும் என்று பார்த்தோம். ஆனால், மின்திறன் காரணி அளவுமானி (power factor meter), மின்னோட்ட மின்மாற்றி (current transformer) மின்னழுத்த மின்மாற்றி (potential transformer) ஆகியவற்றுடன் முதன்மைச் சுற்று வழியில் இணைக்கப்படுவதால், நிலைக்கோணப் பிழை (phase angle error) ஏற்படுகிறது. இத்துடன் R_t-ன் மதிப்பையும் புறக்கணிக்காமல் எடுத்துக்கொண்டால், மின்திறன் காரணி 0·75 முதல் 0·80 வரை இருக்கும்பொழுதுதான், உலையின் உள்ளீட்டுத்திறன் பெருமமாக இருக்கும். அதாவது, முதன்மைச் சுருள் பக்கத்தில் மின்திறன் காரணியின் அளவு 0·8-க்குக் கீழாக இருக்கும்போது,

வில் மின் உலைகளை இயக்குவித்தால் சிக்கனமாய் இராது என்பதே.

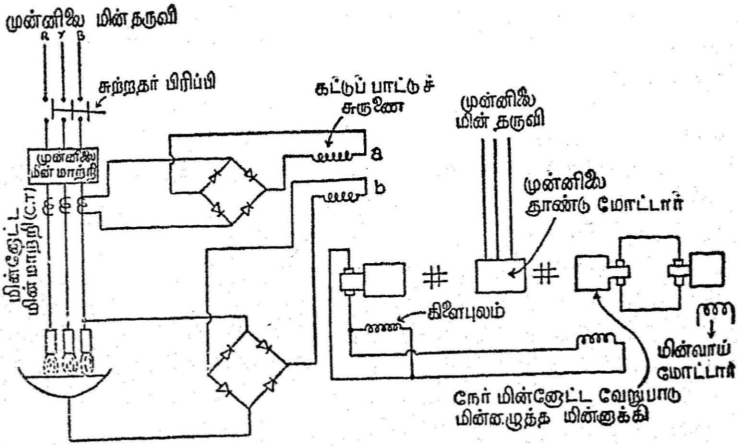
மின்வில் உலை மின்மாற்றி

வில்லின் மின்னழுத்தம் 50 வோல்ட் முதல் 150 வோல்ட் வரை இருக்கும். தேவையான மின் திறனைப் பெற, மிகுந்த மின்னோட்ட வலிமை தேவை. ஆகவே, இந்த அமைப்புக்குக் குறைந்த மின்னழுத்தமும், அதிகமான மின்னோட்ட வலிமையும் கொண்ட துணைச்சுருளை யுடைய சிறப்பு மின்மாற்றி தேவை. சாதாரண மின்திறன் மின்மாற்றிக்கும், மின்உலை மின்மாற்றிக்கும் உள்ள வித்தியாசம் இந்த துணைச்சுருள் அமைப்பில்தான் உள்ளது. கூடு வகை (shell type), உள்ளக வகை (core tvpe) ஆகிய இரு வகை மின்மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தினால், உயர் மின்னோட்ட இணைப்புக் கம்பிகளை வெளியே எடுப்பதற்குக் கூடுவகை மின் மாற்றி சிறந்தது. மின்னழுத்த ஒழுங்குபடுத்திக்குத் தேவை யானமடைகள் (tappings) உலை மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்த உலை மின் மாற்றி களின் முதன்மைச் சுருள்கள், முக்கோணம் அல்லது முக்கிளை வடிவத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

5-5-5. மின்வாய்க் கட்டுப்பாடு

மின்வாய்களைக் கீழே இறக்கியும், மேலே உயர்த்தியும், மின் வில் உலையின் உள்ளீட்டு மின்திறனைக் கட்டுப்படுத்தலாம். அதாவது, வில்லின் மின்தடை அளவினை மாற்றியோ அல்லது மின்மாற்றி யின் மடைகளை மாற்றியமைப்பதன்மூலம், வழங்கப்படும் மின் னழுத்த அளவினை வேறுபடுத்தியோ, உள்ளீட்டு மின்திறனைக் கட்டுப்படுத்தலாம். ஒரு வகையான மின்வாய்க் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு படம் 5-13-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது கட்டுப்பாட்டு வகை மின்னாக்கியில் (controlled type generator), நேர் மின்னோட்ட கிளைப்புல மின்னாக்கி (D. C. shunt generator), தற்கிளர்ச்சிக் கிளைபுலச் சுருணை (self excited shunt field winding), ஒரு தனிக் கிளர்ச்சிக் கட்டுப்பாட்டுப் புலச் சுருணை (a separately excited control field winding) ஆகியவை உள்ளன. கிளைபுலச் சுருணையின் மின் தடை, மாறுநிலைப் புல மின் தடைக்குச் (critical field resistance) சமமாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சுழலும் கட்டுப்பாட்டுப் பொறியில் இரு வகையான கட்டுப்பாட்டுச் சுருணைகள் உள்ளன. '*a*' என்னும் கட்டுப்பாட்டுச் சுருணை மின்னோட்ட மின்மாற்றியுடன் தகட்டு திவர்த்திப்பான்மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனை மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டுப் புலம் என்று கூறுவர். '*b*' என்னும் கட்டுப்பாட்டுச் சுருணை, வில்லின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தத்தினால் மின்

வலிவூட்டப்படுகிறது (energised). ஆகவே, இதனை மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுப் புலம் என்று சொல்லலாம். இந்த அமைப்பை முன்நிலை மின்தருவியுடன் இணைத்தால், மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுப் புலம் 'b'-க்கு மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படுகிறது. இதனால் மின்னாக்கியின் மின்னழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் வளர்ச்சியடைந்து, மின்வாய் மோட்டார்மூலம் மின்வாயினைக் கீழே இறக்கும்படிச் செய்கிறது. இந்த மின்வாய், சூடாக்கும் பொருளைத்



படம் 5-13
மின்வாய்க் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

தொட்டவுடன், கட்டுப்பாட்டுப் புலச்சுருணை 'b' மின்வலிமையை இழக்கிறது (de energised). இரண்டாவது மின்வாய் உலோகத்தினைத் தாக்கியவுடன் மிகுந்த மின்னோட்டம் பாய்கிறது. கட்டுப்பாட்டுச் சுருணை மின் வலிவூட்டப் பெற்று மின்னாக்கியின் மின்னழுத்தத்தை முன்பு குறிப்பிட்ட திசைக்கு எதிர்த்திசையில் வளர்ச்சியடையச் செய்து, மின்வாய்-மோட்டார்மூலம் மின்வாயினை மேலே உயர்த்துகிறது. இதனால் வில்லின் நீளம் அதிகமாகி அதன் மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. அதே சமயத்தில் மின்னோட்ட அளவினையும் குறைக்கிறது. மின்னழுத்தக் கட்டுப்பாட்டுப் புலத்திற்கும், மின்னோட்டக் கட்டுப்பாட்டுப் புலத்திற்கும் இடையே சரியீட்டு நிலைமை வரும்வரை இத்தகைய மின்னழுத்த அதிகரிப்பும் மின்னோட்டக் குறைப்பும் இருந்து கொண்டே இருக்கும். வேறுபாடு மின்னழுத்த மின்னாக்கிகள் (variable voltage generator) எல்லாம் படத்தில் காட்டியபடி ஒரே தண்டில் இணைக்கப்பட்டு, முந்நிலை தூண்டு மோட்டாரால் இயக்கப்படுகின்றன.

இந்த வகை மின்வாய்க் கட்டுப்பாட்டின்மூலம், மின்வாய் மோட்டாரின் திருக்கமானது (torque), மின்வாய் மின்னோட்டம், வில்லின் மின்னழுத்தம் போன்றவற்றிற்கிடையேயுள்ள சராசரி சமன் சீரின்மைக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். இதனால் சீரான முடுக்கமும் ஒடுக்கமும் கிடைப்பதுடன் வேகப் பெருக்கு எதிர்ச் செயலும் (increased speed of response) ஏற்படுகிறது. இந்த வேகப்பெருக்கு எதிர்ச் செயலினால் சுமையின் ஏற்ற இறக்கங்கள் (load fluctuations) குறைவதுடன், மின்வாய் முறிப்பு, செலவழிக்கப்படும் மின்னாற்றலின் அளவு ஆகியவைகளும் குறைவாக்கப் படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டு 5-4.

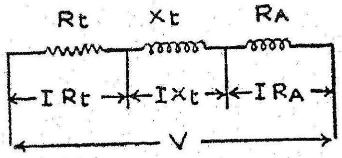
ஒரு முந்நிலை மின்வில் உலையின் மின் பயனுறுதிறனைக் கீழ்க் கண்ட விவரங்களைக் கொண்டு கணக்கிடுக.

மின்னோட்டம் = 4000 ஆம்பியர்கள்

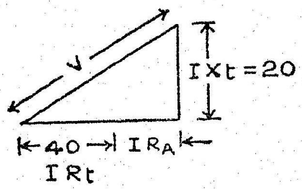
வில் மின்னழுத்தம் = 52 வோல்ட்டு

மின்மாற்றியின் மின்தடை (துணைச்சுருள் பக்கம்) = 0·002 ஓம்.
மின்மாற்றியின் எதிர்வினைப்பு (துணைச்சுருள் பக்கம்) = 0·005 ஓம்.
மின்மாற்றியின் மின்தடையினால் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி $I_{Rt} = 4000 \times 0{\cdot}002 = 8$ வோல்ட்டு. மின்மாற்றியின் எதிர் வினைப்பினால் ஏற்படும் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி $I_{Xt} = 4000 \times 0{\cdot}005 = 20$ வோல்ட்டு. வில் மின்னழுத்தம் $I_{RA} = 40$ வோல்ட்டு.

மின்வில் உலையின் விளக்கச் சுற்றுப் படம் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.



படம் 5.14 (அ).
மின்வில் உலையின்
விளக்கச் சுற்றுப் படம்



படம் 5-14 (ஆ)
நெறிய வரை படம்.
(Vector diagram)

தீர்வு

மின்மாற்றியின் துணைச்சுருளில் ஏற்படும் திறந்த சுற்றதர் நிலைமின்னழுத்தம் (open circuit phase voltage)

$$V = \sqrt{60^2 + 20^2} = 63 \text{ வோல்ட்டு.}$$

ஆகவே, கம்பிகளுக்கு இடையேயுள்ள (அதாவது முந்நிலையில் ஒரு நிலைக்கும் மற்றொரு நிலைக்கும் இடையே)

$$\text{மின்னழுத்தம்} = \sqrt{3} \times V$$

$$= \sqrt{3} \times 63 = 109 \text{ வோல்ட்டு}$$

உள்ளீட்டு கிலோ வோல்ட்டு ஆம்பியர்

$$= \frac{\sqrt{3} \times 109 \times 4000}{1000} = 756 \text{ KVA}$$

$$\text{மின்திறன் கரணி} = \frac{48}{52} = 0{\cdot}9{?}2$$

$$\text{உள்ளீட்டு மின்திறன்} = 756 \times \frac{60}{63} = 720 \text{ kw}$$

வில்லின் வெப்பத்திறனுக்கிணையான மின்திறன்

$$= \frac{3 \times 400 \times 52}{1000}$$

$$= 62{\cdot}4 \text{ kw}$$

$$\text{வில் உலையின் மின் பயனுறு திறன்} = \frac{624}{720} \times 100$$

$$= 86{\cdot}7\%$$

எடுத்துக்காட்டு 5-5.

ஒரு முந்நிலை (Three phase) வில் உலையில் 20 மெட்ரிக் டன் எஃகினை ஒரு மணி நேரத்தில் உருக்க வேண்டும். அந்த வில் உலையின் எல்லாவற்றையும் உள்ளிட்ட பயனுறு திறன் (over all efficiency) 60% என்றால், தேவைப்படும் சராசரி உள்ளீட்டு மின்திறனைக் கணக்கிடுக. எஃகின் வெப்ப எண் 0·12 என்றும், அதன் உருகு நிலை 1370°C என்றும், அதன் உள்ளுறை வெப்பம் 10 கிலோ கலோரிகள்/கிலோ கிராம் என்றும், சுற்றுப்புற வெப்பநிலை 30°C என்றும் கொள்க.

(சென்னைப் பல்கலைக் கழகம், B.E. செப்டம்பர், 1966)

தீர்வு

எஃகின் வெப்பநிலை 30°C-லிருந்து 1370°C-க்கு உயர்த்தத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல்

$$= 20000 \times 0{\cdot}12 \times (1370 - 30)$$

$$= 3216000 \text{ கிலோ கலோரி}$$

எஃகினை உருக்கத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல்

$$= 20000 \times 10 = 200000 \text{ கிலோ கலோரி}$$

மொத்த வெப்ப ஆற்றல் $= 3216000 + 200000$

$= 3416000$ கிலோ கலோரி

$\therefore$ உள்ளீட்டு வெப்ப ஆற்றல் $= \dfrac{3416000}{0{\cdot}6}$

$= 5693333$ கிலோ கலோரி

860 கிலோ கலோரி = 1 கிலோவாட் மணி

தேவையான மின்னாற்றல் $= \dfrac{5693333}{860} = 6620$ கிலோ வாட் மணி

எஃகினை உருக்க எடுத்துக்கொண்ட நேரம் 1 மணியாதலால், உலையின் மின் திறன் = 6620 கிலோ வாட்கள்.

5-6. வீசு கதிர் சூடாக்கம் அல்லது அகச் சிவப்புச் சூடாக்கம் (Radiant heating or infrared heating)

மின் தடை உலை அடுப்பு, வெப்பத்தினைத் தனிமங்களிலிருந்து (elements) சூடாக்கப்படவேண்டிய பொருளுக்கு (charge) வெப்பக் கதிர் வீசல், வெப்பச் சலனம் ஆகிய வழிகளில் பரவுகிறது. குறைந்த வெப்பநிலைக்கும் நடுத்தர வெப்பநிலைக்கும், வெப்பப் பரவல் பெரும்பாலும் வெப்பச் சலன முறையினுல் ஏற்படுகிறது. குறைந்த வெப்பநிலையும, நடுத்தர வெப்ப நிலையும் தேவைப்படும் இடங்களில் வீசு கதிர் சூடாக்கம் என்ற மற்றொரு வகைச் சூடாக்கத்தினைப் பயன்படுத்துவர். இந்த வீசுகதிர் சூடாக்கத்தில் சூடாக்கும் தனிமங்கள் தனிச் சிறப்பு வாய்ந்த டங்ஸ்டன் இழை கொண்ட விளக்குகளாகும். சாதாரண டங்ஸ்டன் விளக்குகளில் உள்ள இழைகளைக் கிட்டத்தட்ட 3000°C வரை வெப்பப்படுத்தலாம். ஆனுல், வீசுகதிர் சூடாக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் விளக்குகளில் உள்ள டங்ஸ்டன் இழைகளைச் சுமார் 2500°C வரை வெப்பப் படுத்தினுல், ஏராளமான அகச் சிவப்பு வீசுகதிர்கள் கிடைக்கும். இந்த அகச் சிவப்பு வீசுகதிர்கள் உட்கவரப்படும்பொழுது, அதனை உட்கவரும் பொருள் வெப்பமூட்டப்படுகின்றது. இதன காரணமாக இந்தச் சூடாக்கம் 'அகச்சிவப்புச் சூடாக்கம்' அல்லது 'வீசு கதிர் சூடாக்கம்' என வழங்கப்படுகிறது. இத்தகைய மின் விளக்குகளுக்கு வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம், அகச்சிவப்புக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தி இருட்டிலும் போட்டோ எடுக்கலாம். மிகத் தொலைவில் உள்ள நட்சத்திரங்களையும், மூடுபனியில் மறைந்துள்ள

பொருள்களையும் தெளிவாகப் போட்டோ எடுக்க இக்கதிர்கள் பயன்படுகின்றன. வானத்தில் இருந்து பூமியைப் படம் எடுக்க இவை உதவுகின்றன. முடக்குவாதம் போன்ற நோய்களின் மருத்துவத்திற்கும் இக் கதிர்களைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். அகச் சிவப்புக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தும் ஒருவகைத் தொலைநோக்கி (telescope) ராணுவத்திற்கு மிகவும் உதவியாக இருக்கிறது. பகைவர்களின் துப்பாக்கிகளின் சூடான முனைகளிலிருந்து வரும் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் இந்தத் தொலைநோக்கியில் சில மாற்றங்களைக் காட்டும். அவற்றிலிருந்து பகைவர்களின் இருப்பிடத்தைத் தெரிந்துகொள்வார்கள்.

சாதாரண விளக்குகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தில் பாதியளவே இருக்கும்—அதாவது 115 வோல்ட்டுகள். இந்த விளக்குகளின் மின்திறன் அளவு 250 முதல் 1000 வாட்கள் வரை இருக்கும். ஒரே அளவான வெப்பத்தினைப் பெற, குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் அதிக மின்னோட்டம் தேவை. ஆகையால் தான் இந்த விளக்குகளின் இழைகள் கனமாகவும் நல்லுறுதி மிக்கதாகவும் இருக்கின்றன. மேலும், குறைந்த வெப்பநிலையில் இந்த விளக்குகளை இயக்குவிப்பதால் அவற்றின் ஆயுட் தன்மையும் நீடிக்கின்றது. உட்குழிவுடைய வில்லை அமைப்பு (reflector) கொண்ட விளக்குகளைப் பயன்படுத்தினால், கதிர்களை வாங்கிச் சூடாக்கப்படும் பொருள் உள்ள திசையில் குவியச் செய்யும்.

மின்தடை உலை அடுப்பில் பயன்படுத்தப்படும் சூடாக்கும் தனிமம் நைக்ரோம் கம்பி. இதனுடைய பெரும இயக்க வெப்பநிலை (maximum operating temperature) 1150°C. இதற்கு மேல் வெப்பப்படுத்தினால், நைக்ரோம் கம்பி ஆக்ஸிகரணமடைவதுடன், உருகியும்விடும். ஆனால், வீசுகதிர் சூடாக்கத்தில் பயன்படுத்தப் படும் டங்ஸ்டன் இழையின் உருகுநிலை 3500°C. அதனுடைய இயக்க வெப்பநிலை 2300°C. மேலும் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணாடிக் குப்பியினுள் வைக்கப்பட்டிருப்பதால், அது ஆக்ஸிகரணமடையாது. வெப்பச் சலன இழப்பும் குறைகிறது ஆகையால் வீசுகதிர் சூடாக்க முறையில், உயர்வெப்பப் பரவல் வீதம் (high heat transfer rate) கிடைக்கிறது. இதனால் சூடாக்கப்படும் நேரமும் குறைகிறது. இம் முறையில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் வெப்பநிலை 200°C முதல் 300°C வரை கிடைக்கும். வெப்ப வெளிவிடுச் செறிவுகள் (heat emission intensities) 7500 வாட்கள்/ச.மீ. வரை இருக்கும். வெப்ப உட்கவர்தல் 4300 வாட்கள்/ச.மீ. வரை இருக்கும். ஆனால், சாதாரண மின்தடை உலை அடுப்பிலிருந்து பெறும் வெப்ப அளவு 530 முதல் 1600 வாட்கள்/ச.மீ. வரைதான் இருக்கும்.

மேலும் சூடாக்கப்படும் பொருள் எந்த வெப்பநிலையில் இருந்தாலும், வீசுகதிர் சூடாக்க முறையில் வெப்ப உட்கவர்தலின் அளவு கிட்டத்தட்ட நிலையாயிருக்கும். ஆனால், மின்தடை உலை அடுப்பில் சூடாக்கப்படும் பொருளின் வெப்பநிலை அதிகமானால், வெப்ப உட்கவர்தல் வெகுவாகக் குறைகிறது. ஆகவே, மின்தடை உலை அடுப்பு கொண்டு மணிக்கணக்கில் உலர்த்தப்படும் பொருள்களை, வீசுகதிர் சூடாக்கம்மூலம் சில நிமிடங்களில் உலர்த்தி விடலாம்.

சாயத்தை உலரவைப்பதற்கும் (paint drying), வார்ப்படச் சாலையில் வார்ப்பட அச்சு (foundry moulds) செய்வதற்கும், இளக்கிப் பொருள்களைச் சூடுபடுத்துவதற்கும் (heating of plastics), நீரை அகற்றுவதற்கும் (dehydration) வீசுகதிர் சூடாக்கம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

5-7. உப்புத் தொட்டிச் சூடாக்கம் (Salt bath heating)

உப்பு ஒரு நல்ல மின்கடத்தும் பொருள். மின்வாய்களை உப்புத்தொட்டியில் மூழ்க வைத்து, மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சினால் உப்பு சூடாக்கப்படுகிறது. உப்பின் உருகு நிலை 1000°C உப்பினைச் சுமார் 1500°C வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கி உருக்கப்படும். உப்பு உருகிய நிலையிலிருக்கும்போது உப்புச் சுற்றோட்டமிருக்கும் இதனால் சீரான வெப்பம் கிடைக்கிறது. சில உலோகங்களைக் கடினமாக்கும்போது (hardening) அந்த உலோகங்கள் ஆக்ஸிகரணமடையாதிருக்க இம் முறை பயன்படுகிறது. இம் முறையில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய உலோகம் உப்புத்தொட்டியின் உருகிய பாகத்தில் வைக்கப்படும். இங்கு முக்கியமாக கவனிக்க வேண்டியது என்னவென்றால், மின்னோட்டம் உருகிய உப்பின் வழியாகச் செல்லுமே தவிர, சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் வழியாகப் பாயாமல், பாதுகாக்கப்பட வேண்டும். சூடாக்கப்பட வேண்டிய உலோகம் உயர்மின் கடத்தியாயிருந்தால், நேரிடை குறுக்குச் சுற்றுவழி இணைப்பு (direct short circuiting) உண்டாகும். இதனைத் தவிர்க்க, உயர மின் தடை கொண்ட துகள்களைச் சூடாக்கப்பட வேண்டிய உலோகப் பொருளின்மீது தெளிப்பர். இத் துகள்கள் படிந்திருக்கும் பரப்பில் அதிகமான வெப்பம் கிடைக்கும்.

நேர் மின்னோட்டம் மின்பகுப்பினை (electrolysis) உண்டாக்குவதால், குறைந்த மின்னழுத்தமுள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைப் (low voltage a.c.) பயன்படுத்துவர். கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் பயன்படுத்தப்படும் உப்புத்தொட்டி உலையைப் பொறுத்து, 2 வோல்ட்டிலிருந்து 20 வோல்ட்வரையிலும் அதனுள்

பாய்ச்சப்படும் மின்னோட்டம் சுமார் 3000 ஆம்பியர்கள் வரையும் இருக்கும். குறைவான மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தைத் தாழ்வடுக்கு மின்மாற்றி (step down transformer) மூலம் பெறலாம். மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் மடைமாற்றும் அமைப்பினைப் (tap changing gear) பொருத்தி, துணைச்சுருளின் மின்னழுத்தத்தை மாற்றலாம். உப்புத்தொட்டியின் (salt bath) வெப்பநிலை அதிகமானால், அதன் மின்தடை குறைகிறது. ஆகவே, இந்த உப்புத் தொட்டி உலைகளைத் தொடக்கம் செய்யும்பொழுது, மிக உயர்ந்த மடையில் (highest tap) வைத்து, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது, படிப்படியாகக் குறைத்துக்கொண்டே வந்து மிகக் குறைந்த மடையில் (lower tap) பொருத்துவர். சூடாக்கப்படும் பொருள் மூழ்கியிருக்கும் ஆழத்தினை மாற்றியும், மினவாய்களுக்கு இடையே யுள்ள தொலைவு தூரத்தை மாற்றியும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

அயசமல்லாத உலோகப் பொருள்களை (nonferrous metals) கடினப்படுத்துவதற்கும் முதிர்ச்சியடையச் செய்வதற்கும் (annealing and ageing) இம் முறை பயன்படுகிறது. எஃகு போன்ற உலோகப் பொருளிலுள்ள கரியின் அளவினை மாற்றி யமைப்பதற்கும் (carbonizing), எஃகு வகைக் கருவிகளை அடுத் தடுத்து வெப்பமூட்டிக் குளிரச் செய்வதன்மூலம் உறுதியாக்கி (tempering), அக் கருவிகளைக் கடினமானதாகவும் நொறுங்கும் தன்மை குறைவாயுள்ளதாகவும் மாற்றுவதற்கும் இம் முறைச் சூடாக்கத்தினைப் பயன்படுத்துவர்.

5-8. உயர் அலைவெண் சூடாக்கம் (High frequency heating)

வழக்கமான சூடாக்கும் முறைகளில், வெப்பம் ஓர் இடத்தி லிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு, வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச்சலனம், வெப்பக் கதிர்வீசல் ஆகிய, வழிகளில் பரவுகிறது என்று பார்த்தோம். ஆனால் மிகை அலைவெண் சூடாக்கும் முறையில், சூடாக்கும் பொருளில், மினகாந்த ஆற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. வழக்கமான முறைகளில் வெப்பம் பரவுதலின் அளவுகள் கீழ்க்கண்ட வரம்புக்குள் உள்ளன :

(1) வெப்பம் கடத்தல் முறை	20 வாட்கள்/ச.செ.மீ.
(2) வெப்பச் சலன முறை	8 வாட்கள்/ச.செ.மீ.
(3) வெப்பக் கதிர் வீசல்	0·5 வாட்கள்/ச.செ.மீ.
(4) கடுமையான சுடரொளி யிலிருந்து (intense flame) வெப்பக்கடத்தல் மூலம் பெறுவது	1000 வாட்கள்/ச.செ.மீ.

மிகை அதிர்வெண் சூடாக்க முறையில் வெப்பம் பரவும் விதம் சுமார் 10 000 வாட்கள்/ச செ.மீ. இந்த அளவு மற்றவற்றோடு ஒப்பு நோக்கும்பொழுது மிகப் பெரியதாய் இருப்பதால், மிக அதிகமான உற்பத்தித்திறனைப் பெறலாம். உயர் அலைவெண் சூடாக்கத்தினை இரு வகைப்படுத்தலாம். அயச காந்தம் (ferro magnetic) அல்லது காந்த மற்ற (nonmagnetic) மின்கடத்தும் உலோகப் பொருள்களைச் சூடாக்கும் முறை ஒரு வகைப்படும். மற்றொன்று, மின்சாரத்தை அரிதில் கடத்தும் பொருள்களைச் சூடாக்குவது. முந்தியதைத் 'தூண்டல் சூடாக்கம்' என்றும், பிந்தியதை 'இரு மின் ஏறபுச் சூடாக்கம்' என்றும் கூறுவர்.

5-8-1. தூண்டல் சூடாக்கம்

ஒரு மின் கடத்தியினூடே, மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், அலை அலையாக ஏறியிறங்கும் காந்தப்புலம் ஏற்படுகிறது. இத்தன்மையான காந்தப்புலத்தில் மின்கடத்தும் பொருளினை வைத்தால், அதனுள் மின்னியக்கு விசை உண்டாகிறது. மின்மாற்றியில் முதன்மைச் சுருளில் வழங்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னாற்றல், மின்காந்தத் தூண்டலின்படி (electromagnetic induction), துணைச்சுருளுக்குப் பரவுகிறது. இங்ஙனம் துணைச் சுருளில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட இந்த மின்னாற்றலை, துணைச் சுருளுக்கு வெளிப்புறத்தில் (outside the secondary winding) பயன்படுத்துவர். ஆனால், தூண்டல் சூடாக்கத்தில், துணைச் சுருளின் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மின்னாற்றலைத் துணைச் சுருளின் உட்புறத்திலே பயன்படுத்துவர். அதாவது, துணைச்சுருளில் உள்ள சூடுபடுத்த வேண்டிய பொருளினைச் சூடாக்க உதவும். இதுவே மின்மாற்றிக்கும், தூண்டல் சூடாக்கும் முறைக்கும் உள்ள வித்தியாசம்.

ஆகவே, தூண்டல் சூடாக்கம், மின்மாற்றியின் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு இயங்கும் ஒருவகைச் சூடாக்கமாகும். மூடிய துணைச்சுற்று வழியாக (closed secondary circuit) விளங்கும் சூடாக்கப்பட வேண்டிய உலோகப் பொருள், முதன்மைச் சுருளுடன், மின்வழியில் தனித்திருந்தாலும் (electrically separate) காந்த வழியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது (magnetically coupled). இதனால், முதன்மைச் சுருளில் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், மூடிய துணைச் சுற்றதராக விளங்கும் உலோகப் பொருளினூடே மாறுதிசை மின்னோட்டம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இங்ஙனம் சூடாக்கப்படும உலோகத்தினுள் தூண்டல் முறையில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னோட்ட அளவு (1) முதன்மைச் சுருளில் பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்ட அளவினையும், (2) முதன்மைச் சுருளிலும் துணைச்சுருளிலும் உள்ள சுற்று

களின் விகிதத்தினையும் (ratio of the number of turns), (3) முதன்மைச் சுருளுக்கும் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தினையும், (4) அலைவெண்ணையும், (5) சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் காந்த உட்புகு திறனையும் (permeability) பொறுத்திருக்கும்.

மேலும் சூடாக்கப்படும் பொருளின் வெப்பம், அப் பொருளில் தூண்டல் முறையில் தோற்றுவிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் இருமடி, அந்தப் பொருளின் மின்தடை ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். ஆகவே, தூண்டல் சூடாக்கும் முறையில் பெரும வெப்பங் கிடைக்கக் கீழ்க் கண்ட வழிகளைப் பின்பற்றலாம் :

(i) முதன்மைச் சுருளுக்கு வழங்கப்படும் மின்திறனின் அலைவெண் அதிக அளவுடையதாயிருக்க வேண்டும்.

(ii) முதன்மைச் சுருளில் பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்ட அளவு மிகுந்திருக்க வேண்டும்.

(iii) முதன்மைச் சுருளுக்கும் துணைச் சுருளுக்கும் உள்ள சுற்றுகளின் விகிதம் அதிகமாயிருக்க வேண்டும்.

(iv) முதன்மைச் சுருளுக்கும் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் குறைந்திருக்க வேண்டும்.

(v) சூடாக்கப்படும் பொருளின் காந்த உட்புகு திறனும் மின் தடையும் அதிகமாயிருக்க வேண்டும்.

காந்தப் பொருள்களின் காந்த உட்புகு திறன் காந்தமற்ற பொருள்களைக் காட்டிலும் அதிகம். பொதுவாகக் காந்தமற்ற பொருள்களின் காந்த உட்புகுதிறன் (permeability) ஒன்று எனக் கொள்ளப்படுகிறது. எஃகு, இரும்பு போன்ற அயச காந்தப் பொருள்களின் உட்புகுதிறனுடன் ஒப்புநோக்கும்போது, இந்த அளவு மிக மிகக் குறைவு. மேலும், அயச காந்தப்பொருள் சுழி மின்னோட்டங்களால் (eddy currents) ஏற்படும் மின்திறன் இழப்பு (eddy losses $w_e \propto B^2 f^2$) காரணமாகச் சூடாக்கப்படுவதுடன், காந்த-தயக்க இழப்பினாலும் (hysteresis losses $w_h \propto B^{1.6} f$) சூடாக்கப்படுகின்றது. ஆகவே, தூண்டல் சூடாக்கும் முறையைப் பயன்படுத்திக் காந்தப் பொருள்களைச் சிக்கன முறையில் சூடாக்கலாம்.

அயச காந்தப் பொருள்கள் (ferro magnetic materials) உயர் அலைவெண்களில் காந்தத்தயக்க விளைவின் மூலம் பெறும் வெப்பம்

சுழி மின்னோட்டங்கள் மூலம் பெறும் வெப்பத்துடன் ஒப்புநோக்கினால், மிகக் குறைவாக இருக்கும். மேலும், இந்த அயசகாந்தப் பொருள்கள் காந்தத்தயக்க விளைவின் மூலம் பெறும் வெப்பம் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலை வரையில்தான் இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக 0·8 சதவீத அளவு கரியினைப் பெற்றுள்ள எஃகினை 768°C வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கினால், எஃகின் காந்தப்பண்பு மாற்றமடைகின்றது. இந்த வெப்பநிலையைக் குயூரி (curie) வெப்பநிலை என்பர். எஃகின் வெப்பநிலை அதன் குயூரி வெப்பநிலைக்குக் குறைவதாக இருந்தால், ஃபெரைட் (ferrite), ஃபெரோ காந்தமாகவும் (ferro magnet), இந்த வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்டால் பாரா காந்தமாகவும் (para magnet) இருக்கும். அதாவது, எஃகு அதன் குயூரி வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்டால், அதன் காந்தப் பண்பினை இழந்து அதன் உட்புகுதிறன் அளவு ஒன்றுக்குக் குறைந்து விடுகிறது. ஆகவே, குயூரி வெப்பநிலைக்கு மேல் காந்தத் தயக்க இழப்பின் மூலம் அயச காந்தப் பொருள்கள் வெப்பத்தினைப் பெற முடியாது என்று புலனாகிறது.

உயர் அதிர்வெண்களில், சூடாக்கப்படும் பொருளின் காந்தப் பாய ஊடுருவும் ஆழம் மிகக் குறைவு. சுழி மின்னோட்டங்கள் கேடயம் போன்றிருந்து தடுப்பதால் (shielding effect of eddy current) காந்தப்பாய ஊடுருவும் ஆழம் குறைகிறது. தூண்டல் சூடாக்கத்திற்குத் தேவையான அலைவெண்களை எப்படித் தேர்ந்தெடுப்பது என்பதைப்பற்றிப் பிறகு பார்ப்போம்.

5-8-1-1. தூண்டல் சூடாக்கத்தின் மேன்மைகள்

(அ) இம் முறையில் வெப்பத்தைத் தோற்றுவிக்கும் வீதம் மற்ற முறைகளில் பெறும் வெப்ப வீதத்தைவிட மிக அதிகம். ஆகவே, இம் முறையினால் அதிக உற்பத்தித்திறனைப் பெறலாம்.

(ஆ) இம் முறையில் உள்ளீட்டுச் சூடாக்கத்தினைப் (local heating) பெறலாம். இதனால் ஏற்கெனவே ஒட்டவைத்துக் கடினமாக்கிய கலவையின் (already brazed joint) அருகே மீண்டும் பற்றவைத்து ஒன்று சேர்ப்பதற்கும் இம் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். சூடாக்கப்படும் பொருளின் அதன் உலோகவியல் பண்புகளில் மாற்றமில்லாது, அப் பொருளின் மேற்பரப்பினைக் கடினப்படுத்துவதற்கும் (surface hardening) இம் முறை பயன்படுகிறது.

(இ) வெப்பநிலையைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்துவதனால், ஒரே சீரான சூடாக்கம் பெற்ற பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

(ஈ) பித்தளையும் துத்தநாகமும் சேர்ந்த கலவையை இம் முறையில் சூடுபடுத்திச் சேர்க்கும்போதும் (brazing) அல்லது இரும்பின் மேற்பரப்பில் கரியக மூட்டுவதன்மூலம் இம் முறையில் அதனைக் கடும் பதப்படுத்தும் போதும் (case hardening), பொருள்கள் உருக்குலைவுறுமலும், செதில்கள் (scales) உண்டாகாமலும் இருக்கின்றன.

(உ) தொடர்ந்து வேலை செய்யும் மின்உலைகள் தேவையில்லாததினால், வேலை முறைமைகள் (working conditions) சிறந்ததாய் உள்ளன.

(ஊ) மந்தவாயு மண்டலத்திலும் அல்லது வெற்றிடத்திலும் இச் சூடாக்கம் நிகழும்.

(எ) மின் காலமானிகளைக் கொண்டு, தானகவே இயங்கும் முறையில் வெப்பநிலையைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இந்த வகை அமைப்புக்கு அதிக முதலீடு தேவைப்படுவதால், இம்முறைச் சூடாக்கத்தினால் ஏற்படும் செலவு அதிகம்.

5-8-1-2. தூண்டல் மின் உலைகள் (Induction furnaces)

தூண்டல் மின் உலைகள், உள்ளகம் உள்ள (core type) உலைகள் உள்ளக மற்ற (coreless) உலைகள் என இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். உள்ளகமுள்ள உலைகள் (i) நேர் உள்ளக வகை (Direct core type) (ii) செங்குத்து உள்ளக வகை (அல்லது அஜக்ஸ் வியட் வகை) (iii) மறைமுக உள்ளக வகை என மூவகைப் படுத்தலாம்.

5-8-1-2. (1) நேர் உள்ளக வகை மின் உலை (Direct core type)

(அ) இந்த மின்உலை இரும்பு உள்ளகத்தைக் கொண்ட ஒரு மின் மாற்றியாகும். மின்மாற்றி உள்ளகத்தின் (transformer core) ஒரு பக்க உறுப்பில் (limb) உருக வைக்க வேண்டிய பொருள் அடங்கிய புடக்குகை (crucible) உள்ளது. இதனையே ஒற்றைச் சுருள் கொண்ட துணைச்சுருளாகக் கொள்ளலாம். உள்ளகத்தின் மற்றொரு பக்க உறுப்பில் (limb) முதன்மைச்சுருள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். துணைச்சுருள், முதன்மைச் சுருளுடன் காந்த இணைப்பினால், ஒன்று சேர்க்கப்பட்டுள்ளது. மின் மாற்றியமைப்போல் துணைச்சுருளில் மின் இயக்கு விசை ஏற்படும். உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் அடங்கிய துணைச்சுருள் ஒரு மூடிய சுற்றதர் (closed circuit) போல் விளங்குவதால். மிகுந்த மின் வலிமை கொண்ட மின்னோட்டம் உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளி

னூடே பாய்ந்து, அதனை உருக வைக்கிறது. உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் துணைச்சுருளில் இல்லாதபோது மின்னேட்டம் இராது. ஆகவே, புடக்குகையை உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளினால் நிரப்பி வைப்பர்.

இந்த முறையில் முதன்மைச் சுருளையும், துணைச்சுருளையும் ஒன்று சேர்க்கும் காந்த இணைப்பு உறுதியற்றது. எனவே, ஏராளமான கசிவு எதிர்வினைப்பு (leakage reactance) உண்டாகிறது. இதனால் மின்திறன் காரணி (power factor) மிகக் குறைவாக உள்ளது குறைந்த அலைவெண்ணில் (அதாவது சுமார் 10 சுற்றுகள்/வினாடி) இயங்கும், மின் உலைகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இக் குறையை நிவர்த்திக்கலாம்.

மாறுதிசை காந்த பாயத்தினால் உண்டாகும் மின்காந்த விசைகள், உருக்கப்படும் உலோகப் பொருளில் கொந்தளிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இந்தக் கொந்தளிப்பு உருக்கப்படும் பொருளினூடே ஒரே சீரான கலவையினைப் பெற உறுதுணையாயிருக்கிறது. ஆனாலும், 50 சுற்றுகள்/வினாடி அளவுள்ள மின்திறன் அலைவெண்ணினால் ஏற்படும் கொந்தளிப்புக் கட்டுக்கடங்காத தன்மையுடையதாய் ஆகி துணைச்சுற்றதர் (secondary circuit) தொடர்பற்றுப் பிரிபடுவதால் (interruption in the secondary circuit) சூடாக்கம் தற்காலிகமாகத் தடைபடுகிறது. இத்தன்மையான கொந்தளிப்பினால் துணைச்சுற்றதரில் ஏற்படும் பிரிப்பினை (break) "முனை முறி விளைவு" (pinch effect) என்பர். உருக்கப்படும் பொருளினூடே செலுத்தப்படும் மின்னேட்ட அடர்த்தி 480—500 ஆம்பியர்/ச செ மீ-க்கு மேற்பட்டாலும், இந்தக் கொந்தளிப்பு ஏற்பட்டு, முனைமுறி விளைவு உண்டாகும். இங்ஙனம் பிரிப்பு ஏற்பட்ட சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு உலோகப் பொருள் சுருக்கமுறுவதால் (contraction of metal). மீண்டும் மின்னேட்டம் நிகழ்கிறது. இங்ஙனம் ஏற்படும் இடைத் தடுத்துப் பிரிக்கும் தன்மை (interruption) கொடுக்கும் அலைவெண்ணைப் பொறுத்திருக்கும். அதாவது குறைந்த அலைவெண்ணில் இந்த "முனைமுறி விளைவு" (pinch effect) தவிர்க்கக்கூடிய அளவுடையதாயிருக்கும். மின் உலைகளை 25 சுற்றுகள்/வினாடி அளவுள்ள அலைவெண்ணில் இயங்க வைப்பதின் மூலம், இந்த விளைவினைப் போக்கலாம்.

கசிவு எதிர்வினைப்பு அளவினைக் (leakage reactance) கட்டுப்படுத்துவதற்கும், முனைமுறி விளைவினைப் போக்குவதற்கும் குறைந்த அளவுள்ள அலைவெண் தேவை. மோட்டார்-ஜெனரேட்டர் (motor-generator) தொகுப்பினையோ, அல்லது அலைவெண்

மாற்றியினையோ (frequency converter) கொண்டு, மின்திறன் அலைவெண்ணிலிருந்து (50 சுற்றுகள்/வினாடி) தேவையான குறைந்த அலைவெண்ணைப் பெறலாம். இவற்றால் இந்த அமைப்பின் முதலீடு அதிகமாகிறது. எனவே, இந்த வகையான மின் உலை சிக்கனமற்றது.

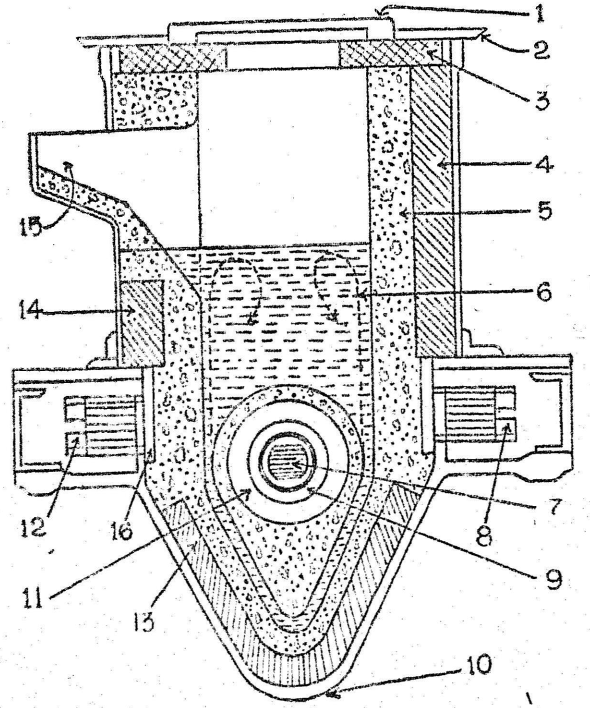
(இ) மின் உலையைத் தொடங்குவதற்கு முன், அதனுள் உருகிய உலோகப் பொருளாவது அல்லது முன்பு உருக்கி எடுத்த உலோகத்தின் எஞ்சியப் பகுதியாவது தேவையான அளவுடைய தாய் இருக்கவேண்டும். ஆகவே, இந்த வகை மின் உலை இடை யிடையே நிறுத்தி இயக்க வைக்கும் பணிகளுக்கு உகந்ததல்ல.

(ஈ) உலோகவியல் (metallurgical) சம்பந்தமாகப் பார்க்கப் போனால், இந்தப் புடக்குகை வடிவமான (crucible shape) உலோகப் பொருள் இக்கட்டானதொன்று. மேற்கூறிய காரணங்களினால் இந்த முறை அவ்வளவாகப் பயன்படுத்தாமல், வழக்கத்திலிருந்து விலக்கப்பட்டு வருகின்றது.

5-8-1-2. (2) அஜக்ஸ் வியட் மின் உலை (Ajax Wyatt Furnace) அல்லது செங்குத்து உள்ளக வகை தூண்டல் மின் உலை (Vertical Core type Induction Furnace)

இந்த மின் உலையும் ஓர் உள்ளக வகை மின் உலையாகும். ஆனால், முன்பு குறிப்பிட்ட மின் உலையைவிட இந்த அமைப்பில் சில மேம்பாடுகள் உள்ளன. இதில் உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்குத் தேவையான, வளைவு வடிவமான அடித்தளப் பகுதி கிடைமட்டமாக இல்லாமல் (horizontal) செங்குத்தாக அமைந் துள்ளது. இதில் பயன்படுத்தப்படும் புடக்குகை (crucible) செங்குத்தாக அமைந்திருப்பதால், உலோகவியல் சம்பந்தமாகப் பார்க்கப்போனால் இந்த அமைப்பு முன்பு விவரித்த உள்ளக வகை மின உலையில பயன்படுத்தப்பட்ட புடக்குகையின அமைப்பினைக் காட்டிலும் சிறந்ததாகச் சொல்லபபடுகிறது. படம் 5-15 ல் அஜக்ஸ் வியட் செங்குத்து உள்ளக வகை மின் உலையின் அமைப்பு கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைபபில் காந்த உளளகம் (central magnetic core) வெளியில் உள்ள உள்ளகத்தைப் போல் சுமார் இரு மடங்கு குறுக்களவுப் பரப்பினை உடையது. இந்த நடு உள்ளகம் புடக்குகை வழியாகக் கடந்து போகும்படி அமைந்துள்ளது. குறுக்கு மின சுற்றுவழி (short circuited path) உலையின் கீழ்ப்பகுதியில் உளள V வடிவப் பகுதியின் வழியாகப் பூர்த்தியாகிறது. முதன்மைச்சுருளும், துணைச்சுருளும் நடுவில் உள்ள உள்ளகத்திலேயே பொருத்தப்பட்டிருப்பதால், காந்த

இணைப்பு, உறுதியாக இருக்கிறது. ஆகவே, கசிவு எதிர் வினைப்பு அளவு (leakage reactance) மிகக் குறைவு. அதனால் இதன் மின்



படம் 5.15.

அஜக்ஸ் வியட் (Ajax Wyatt) செங்குத்து உள்ளக வகை மின்உலை

1. மூடி (Lid)
2. மின் காப்பிடப்பட்ட மேலுறை (Insulated cover)
3. சுடு செங்கலுக்குரிய களிமண் ஓடு (Fire clay tile)
4.& (13) மின்காப்புக் கற்கள் (nsulating bricks)
5. உருகாப் பூச்சுகள் (Refractory linings)
6. உருக்க வேண்டிய உலோக மடங்கிய தொட்டி
7. மத்திய இரும்பு உள்ளகம் (Central iron core)
8.& (12) வெளிப்புற இரும்பு உள்ளகம் (Outer iron core)
9. முதன்மைச் சுருணை (Primary winding)
10. மின் உலையின் அடிப்பாகம் Bottom carrier)
11. முதன்மைச் சுருணையின் மின்காப்பு
13. துணைப் பாளம் (econdary b ock)
15. கெண்டிவாய் வடிவ மின்உலை விளிம்பு Sp out)
16. அனுப்பும் பலகை (Transmit board)

திறன் காணி (power factor) அதிகமாகிறது. அதாவது இந்த அமைப்பின் மின்திறன் காணியின் அளவு 0·8-க்கும், 0·85-க்கும் இடையே இருக்கும்.

இந்த மின்உலேயின் கீழ்ப்பகுதி '*V*' வடிவில் குறுகியிருப்பதால் உருகிய உலோகம் இயல்பாகக் கீழ்நோக்கியே செல்லும் தன்மை வாய்ந்தது. உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் சிறிதளவு இருந்தாலும், துணைச்சுருளின் சுற்றதரின் தொடர்பு எப்பொழுதும் பூர்த்தியாக்கப்பட்டு மூடிய நிலேயிலேயே (closed circuit) இருக்கும். அதாவது துணைச்சுருள் சுற்றதர் தொடர்பறுபட்டுப் பிரிந்துபோகும் நிலே ஏற்படாத வகையில் இந்த அமைப்பு இருக்கிறது. *V* வடிவப் பகுதியில் உள்ள உலோகப் பொருளின் எடை கனமுடையதாயிருப்பதால், முனேமுறி விளேவினுல் (pinch effect) துணைச்சுருள் சுற்று வழியில் தடைப்பட்டு பிளவு ஏற்படாமல் இருக்கும்படி இந்த மின்உலே அமைக்கப்பட்டுள்ளது. முனேமுறி விளேவு இல்லாததினுல், மின்திறன் அலேவெண்ணேப் பயன்படுத்தி இதனே இயங்க வைக்கலாம். *V* வடிவப்பகுதியின் குறுக்களவு மிகச் சிறியதாயிருப்பதால் இந்தப் பகுதி உயர்மின் தடையுள்ளதாக விளங்குகிறது. இதனுல் இந்த *V* வடிவப்பகுதியில் சூடாக்கம் மிகுந்திருக்கும். பாதியாகப் பிரிக்கப்பட்ட *V* வடிவ இரு பகுதிகளுக்கிடையே உள்ள மின்காந்த விசைகளால் உருக்கப்பட்ட உலோகப் பொருளின் சுழற்சி ஏற்படுகிறது. துணைச்சுருள் சுற்றதரின் தொடர்பு மூடிய நிலேயில் தொடர்ந்து இருக்கும் பொருட்டு *V* வடிவ பகுதியில் எப்பொழுதும் உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் (charge) நிரம்பியே இருக்கவேண்டும். ஆகவே, இந்த அமைப்பு தொடர்ச்சியான இயக்கத்திற்கு உகந்தது.

இந்த மின் உலேயின் உட்புறத்தில் கொடுக்கப்படும் பூச்சுமானம், உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளேப் பொறுத்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, மஞ்சள் பித்தளேக்குக் களிமண் பூச்சும் (clay lining), சிவப்பு பித்தளேக்கும், பிரான்ஸுக்கும் (bronze), மேங்கனீசியாவும், அலுமினுவும் (mangnesia and alumina) கொண்ட கலவையானது அல்லது கொரண்டமாவது (corundum) பூச்சுமானமாகக் கொடுக்கப்படும்.

இந்த மின் உலேயின் மேல்பாகம், மின்காப்பு மூடியினுல் மூடப்பட்டிருக்கும். உருக வேண்டிய பொருளே நிரப்பும்பொழுது இந்த மூடி அகற்றப்படும். நீரியல் அமைப்புகளின்மூலம் (hydraulic arrangements) மின்உலேயினேச் சாய்த்து, உருகிய உலோகத்தை வெளியே எடுப்பர். வார்ப்புடச் சாலேகளில் இந்த மின் உலேமூலம்

பித்தளை போன்ற அயச மற்ற (non-ferrous) உலோகப் பொருள்களை உருக்குவதற்கும், தூய்மைப்படுத்துவதற்கும் பயன்படுத்துவர்.

அயசமற்ற உலோகப் பொருள்களை உருக்குவதற்கும், தூய்மைபடுத்துவதற்கும் செலவழிக்கப்படும் மின்னாற்றலின் அளவு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அயசமற்ற உலோகப்பொருள்	ஒரு டன்னுக்குப் பயன்படும் மின்னாற்றல் (கிலோ வாட் மணிகள்)
1. தாமிரமும், பிரான்ஸும்	300 — 500
2. பித்தளை	200 — 300
3. துத்தநாகம்	100 — 150

குறிப்பிட்ட காலப்பகுதிக்குள் ஒரு டன் உலோகத்தை உருக்க இந்த மின் உலைக்குத் தேவைப்படும் மின் திறனின் அளவு சுமார் 200 கிலோ வாட்களாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 5-6.

ஒற்றை நிலை அஜக்ஸ்-வியட் (Ajax-Wyatt) மின் நிலையில் $\frac{3}{4}$ டன்னி (Tonne) பித்தளையை உருக்கத் தேவைப்படும் மின்னாற்றலைக் கீழ்க்கண்ட விவரங்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கவும்:

பித்தளையின் வெப்ப எண் = 0·094.
பித்தளையின் உள்ளுறை வெப்பம் = 86 C.H.U/கிலோ கிராம்
பித்தளையின் உருகுநிலை = 920°C
மின் உலையின் பயனுறுதிறன் = 65%,
அறையின் வெப்பநிலை = 20°C.

மேற்குறித்த எடையுள்ள உலோகத்தை உருக்க $1\frac{1}{4}$ மணி நேரமானால், மின் உலையின் சராசரி உள்ளீட்டுத் திறன் என்ன ?

தீர்வு :

பித்தளையின் எடை = $\frac{3}{4}$ டன்னி = 750 கி. கிராம் = 1653 பவுண்டு.

பித்தளையை அதன் உருகு நிலைக்குக் கொண்டுவரத் தேவைப் படும் வெப்பம் $= 1653 \times 0{\cdot}094 \times (920 - 20)$

$= 139844$ C.H.U.

தேவையான உள்ளுறை வெப்பம் $= 750 \times 86.$

$= 64500$ C.H.U.

தேவையான மொத்த வெப்பம் $= 139844 + 64500$

$= 204344$ C.H.U.

உள்ளீட்டு வெப்பம் $= \dfrac{204344}{0{\cdot}65} = 314{,}375$ C.H.U.

∵ 1 கிலோவாட் மணி = 3412 B.Th.U. = 1895 C.H.U.

= 860 கிலோ கலோரி.

∵ தேவைப்படும் மின்னாற்றல் $\dfrac{314375}{1895}$

$= 165{\cdot}9$ கிலோ வாட் மணி

இந்த மின்னாற்றலைச் செலவழிக்க எடுத்துக் கொண்ட நேரம் $1\frac{1}{4}$ மணி ஆனதால்,

மின் உலையின் திறன் $= 165{\cdot}9 \times \dfrac{4}{5} = 132{\cdot}72$ kw.

எடுத்துக்காட்டு 5-7.

ஒரு மின் உலையில் 2 கிலோகிராம் அலுமினியத்தை 17 நிமிடங்களில் உருக்கத் தேவைப்படும் மின் திறனைக் கணக்கிடுக.

அலுமினியத்தின் வெப்ப எண் = 0·21.

அலுமினியத்தின் உருகு நிலை = 658°C.

உள்ளுறை வெப்பம் = 76 கலோரி/கிராம்.

தொடக்க வெப்பநிலை = 15°C.

தீர்வு

அலுமினியத்தை அதன் உருகு நிலைக்குக் கொண்டுவரத் தேவைப்படும் வெப்பம் $= 2000 \times 0{\cdot}21 \times (658 - 15)$ கலோரி.

$= 270{\cdot}06$ கிலோ கலோரி.

உள்ளுறை வெப்பம் $= 2000 \times 76$ கலோரி.

= 152 கிலோ கலோரி.

மொத்த வெப்பம் $= 270{\cdot}06 + 152 = 422{\cdot}06$ கிலோ கலோரி.

செலவழிக்கப்பட்ட மின் ஆற்றல் $= 5 \times \frac{17}{60} = 1{\cdot}42$ கிலோ வாட் மணி

1 கிலோவாட் மணி = 860 கிலோ கலோரி.

∵ உள்ளீட்டு வெப்பம் $= 1{\cdot}42 \times 860 = 1221$ கிலோ கலோரி.

மின் உலையின் பயனுறுதிறன் $= \frac{422{\cdot}06}{1221} \times 100$

$= 34{\cdot}57\%$.

எடுத்துக்காட்டு 5-8.

ஒரு குறைந்த அலைவெண் கொண்ட தூண்டு மின் உலையின் அடித்தளம் (hearth) முழுவதும் சூடாக்கப்படும் பொருளால் நிரப்பப்பட்டு, அதன் துணைச் சுருளின் நிலையான மின்னழுத்தம் 12 வோல்ட்டாகவும், மின் திறன் காரணி 0·5 ஆகவும் இருக்கும் பொழுது தேவைப்படும் மின் திறன் 500 கிலோ வாட்கள், துணைச் சுருள் சுற்றதரின் (secondary circuit) மின் தடை, சூடாக்கப்படும் பொருளின் (charge) உயரத்திற்கு எதிர் விகிதத்தி லிருப்பதாகவும், அதன் எதிர் வினைப்பு (reactance) மாறா நிலையில் இருப்பதாகவும் வைத்துக் கொண்டால், அடித்தளத்தில் எவ்வளவு உயரத்திற்குச் சூடாக்கும் பொருளினை நிரப்பினால், பெரும வெப்பம் கிடைக்கும் ?

மின்திறன் = 400 கிலோவாட்

துணைச் சுருளின் மின்னோட்டம் $I_2 = \frac{500 \times 1000}{12 \times 0{\cdot}5}$

$= 83{,}333$ ஆம்பியர்கள்.

அடித்தளப் பகுதி முழுமையாக நிரப்பப்பட்டிருக்கும் தருணத்தில், துணைச் சுற்றதரின் மறிப்பு

$$Z_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{12}{83{,}333} \text{ ஓம்கள்}$$

$$= 1{\cdot}44 \times 10^{-4} \text{ ஓம்கள்}$$

$$R_2 = Z_2 \cos\phi = 1{\cdot}44 \times 10^{-4} \times 0{\cdot}5$$

$$X_2 = \frac{0{\cdot}72 \times 10^{-4}}{\sqrt{(1{\cdot}44 \times 10^{-4})^2 - (0{\cdot}72 \times 10^{-4})^2}}$$

$$= 1{\cdot}125 \times 10^{-4} \text{ ஓம்.}$$

உலையின் அடித்தளப் பகுதியின் உயரம் H மீட்டர் எனவும், சூடாக்கப்படும் பொருளின் உயரம் h மீட்டராக இருக்கும் பொழுது பெரும வெப்பம் கிடைப்பதாக வைத்துக் கொண்டால்,

இந்த இரு உயரங்களின் விகிதம் $x = \frac{h}{H}$ ஆகும்.

சூடாக்கப்படும் பொருளின் உயரம் h மீட்டராக இருக்கும் பொழுது, மின் தடையின் அளவு $= \frac{0{\cdot}72 \times 10^{-4}}{h} \times H.$

$$= \frac{0{\cdot}72 \times 10^{-4}}{x}$$

துணைச் சுருளின் மின் தடையும், எதிர் வினைப்பும் (reactance) சமமாக இருக்கும் பொழுது பெரும மின் திறன் பயன்படுத்தப் படுகிறது. அதாவது, பெரும வெப்பம் கிடைக்கும்.

$$\because \quad \frac{0{\cdot}72 \times 10^{-4}}{x} = 1{\cdot}25 \times 10^{-4}$$

$$x = \frac{0{\cdot}72 \times 10^{-4}}{1{\cdot}25 \times ^{-4}} = 0{\cdot}576$$

உலையின் அடித்தளப் பகுதியின் உயரத்தில் 0·576 மடங்கு சூடாக்கப்படும் பொருளின் உயரம் இருந்தால் பெரும வெப்பம் கிடைக்கும்.

5-8-1-2 (3) உள்ளகமற்ற தூண்டல் மின் உலை

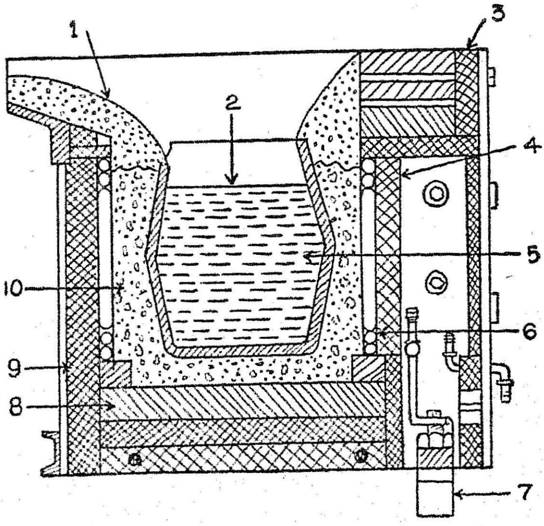
இதன் பொதுவான அமைப்பைப் படம் 5-16 விளக்குகிறது. இம் முறையில் தேவைக் கேற்ப வடிவமுடைய புடக்குகையைப் (crucible) பயன் படுத்தலாம். இந்தப் புடக்குகையைச் சூழ்ந்தபடி முதன்மைச் சுருள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. புடக்குகையின் உட்புறத்தில் உள்ள உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் துணைச் சுருளாக விளங்குகிறது. இந்த அமைப்பு உள்ளக மற்ற. ஒரு மின் உலை யாதலால் காந்தப்பாய அடர்த்தி எண் (flux density) மிகக் குறைவு. ஆனால், சுழி மின்னோட்டம் (eddy current) $\propto \beta^2$

என்ற வாய்பாட்டின்படி இருக்கும். இதில் B என்பது காந்தப் பாய அடர்த்தி எண். 'f' என்பது அலைவெண். ஆகவே, இந்த அமைப்பில் உள்ள குறைந்த காந்தப்பாய அடர்த்தி எண்ணைச் சரியீடு செய்யும் பொருட்டு, கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் உயர் அலைவெண்ணில் இருக்கும் அதாவது 500 முதல் 10000 சுற்றுகள்/வினாடி வரை அளவுள்ள உயர் அலைவெண் கொண்ட ஒற்றைநிலை மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்கருவி முதன்மைச் சுருளுடன் இணைக்கப்படும். புறவிளைவினால் (skin effect) முதன்மைச் சுருள்கள் சூடாக்கப்படுகின்றன. இதனைத் தவிர்க்க, உள்ளீடற்ற தாமிரக் குழாய்களை (hollow copper tubes) முதன்மைச் சுருளாக அமைத்து அக் குழாய்களின்மூலம் குளிர்ந்த நீரை சுற்றிச் செலுத்திக் குளிர வைப்பர்.

பொதுமையமுள்ள வட்ட வடிவங்களாகப் பாயும் சுழி மின்னோட்டங்களால் (eddy currents) உருக்க வேண்டிய பொருள் சூடாக்கப்படுகின்றது. விலை மதிப்புமிக்க உலோகப் பொருள்களைச் சூடுபடுத்தப் பயன்படுத்தப்படும் வெற்றிடச் சூடாக்கத்தினை (vacuum heating) இம் முறையினால் பெறலாம். இம் முறைச் சூடாக்கத்தினால், சூடாக்கப்படும் பொருள் சுற்றியுள்ள பொருள்களினால் மாசு படுத்தப்படாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மேலும் சூடாக்கப்படும் பொருளின் இயைபினைத் (Composition) துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தலாம். ஆகவே, உயர்ந்த ரக எஃகுக் கலவைகளை (high grades of alloy steel) இம் முறையில் தயாரிக்கலாம்.

சூடாக்கப்படும் சுருளுக்கும் வெளிப்புறத்தே உள்ள சுருளினால் ஏற்படும் நெறியற்ற காந்தப்பாயம் (magnetic flux) தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் எஃகின் இயலமைப்புடன் (supporting structure) இணைந்து, சுழி மின்னோட்ட வெப்பத்தினை உண்டாகும். ஸ்டோபி (stobie) போன்ற உள்ளகமற்ற தூண்டல் மின் உலை அமைப்புகளில் இதனைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு, புரையிடப்பட்ட நுகத்தடி (laminated yoke) போன்ற இரும்பு உள்ளகம் படத்தில் காட்டியபடி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த அமைப்பு நெறியற்ற காந்தப் பாயத்துக்குக் குறைவான அளவுடைய காந்தத் தடைப் (reluctance) பாதையாக விளங்கி, வெளிச்சுருளினால் ஏற்படும் சுழி மின்னோட்டத்தைத் (அதாவது வெப்பத்தை) தடுக்கலாம். இந்த அமைப்புக்குக் குறைவான காந்த மின்னோட்டம் தேவை. ஆகவே, உள்ளீடற்ற மின் உலையின் மின்திறன்காரணி (Power factor) மிகக் குறைவு (அதாவது 0 1 இருக்கும்). இந்த மின்திறன் காரணியின் அளவினை உயர்த்துவதற்கு, சூடுபடுத்தும் சுருளுக்குப்

பக்கவாட்டில் இணையாக (Parallel) மின்தேக்கிக் கலங்களை (battery of capacitors) அமைப்பர்.



படம் 5-16.

உள்ளக மற்ற தூண்டல் மின் உலை

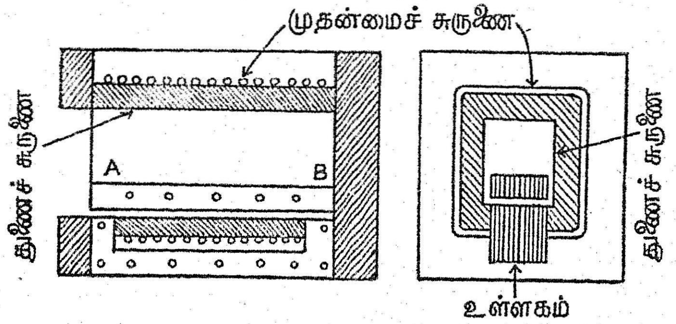
(Coreless Induction Furnace)

1. தெர்மோலித் (Thermolith)
2. சுமார் 30 கிலோ கிராம் அளவுள்ள உருகிய எஃகு (Molten Steel)
3. & 4. கவிழ்த்து இயங்கும் பொருட் குவியல் (Transite Lumber)
5. புடக்குகை (Crucible)
6. சுருள் (Coil)
7. 1600 ஆம்பியர் கத்தி இணைப்பி (Knife switch)
8. தீக்கற்கள் (Bricks)
9. சிமெண்டும் ஆஸ்பெஸ்டாசும் (Asbestos) கலந்த இயங்கு பொருட்குவியல் Transite Lumber (Compressed asbestos and cement)
10. வெப்ப மின்காப்பு (Thermal Insulation)

5-8-1-2-4. மறைமுக உள்ளக வகை தூண்டல் மின் உலை

இந்த மின் உலையில் தூண்டல் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி உலோகங்கள் வெப்பமூட்டிப் பதப்படுத்தப்படுகின்றன (heat treatment t metal). சூடுபடுத்த வேண்டிய பொருளுக்கு (cha ge), தூண்டல் முறையில் சூடாக்கப்படும் தனிமத்தினின்று, வெப்பக்

கதிர்வீசல் முறையினால் வெப்பம் பரவுகிறது. படம் 5-17 ஒரு தூண்டல் மின் அடுப்பினைக் குறிக்கின்றது. இதில் உள்ள உலோகக் கொள்கலம் (metal container) துணைச்சுருள் அமைப்பாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இரும்பு உள்ளகம் படத்தில் காட்டியபடி முதன்மைச் சுருளையும், துணைச்சுருளையும் இணைக்கின்றது. மின்காந்தத் தூண்டலின்படி, துணைச்சுருளாகிய, உலோகக் கொள்கலத்தில் மின்னோட்டம் பாய்ந்து அக்கொள் கலத்தைச் சூடாக்குகிறது. முன்பு கூறியபடி, சூடாக்கமடைந்த கொள்கலத்திலிருந்து வெப்பம், வெப்பக் கதிர்வீசல் முறையில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளில் (charge) பரவுகிறது. இந்த வகை உலை, மின்தடை உலைக்குப் போட்டியாக இருந்தாலும், இதனுடைய மின்திறன் கரணி (power factor) குறைவானது. இதன் மதிப்பு கிட்டத்தட்ட 0·8 இருக்கும்.



படம் 5-17.
மறைமுக உள்ளக வகை மின்உலை

இந்தப் படத்தில் உள்ள காந்தச் சுற்றுவழியின் (magnetic circuit) AB என்ற பகுதி, சிறப்பு வாய்ந்த உலோகக் கலவையாலானது. இது உலை அறையினுள்ளே வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச் சிறப்பு உலோகக் கலவை ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அதனுடைய காந்தத் தன்மைகளை இழந்து விடுகிறது. இந்தக் கலவை மிகுந்த வெப்பநிலையிலிருந்து குளிர்ச்சியடைந்து அதே வெப்பநிலையை அடையும்பொழுது காந்தத் தன்மைகளை மீண்டும் பெறுகின்றது. மின் அடுப்பின் வெப்பம் இத்தகைய மாறுநிலை வெப்பநிலையை (critical temperature) அடையும்பொழுது, காந்தச் சுற்றுவழியின் காந்தத்தடை (reluctance) பன்மடங்கு அதிகரிக்கிறது. இதனால் இதன் தூண்டல் விளைவு (inductive effect) குறைந்து கொண்டே வந்து, மின் தருவியின் இணைப்பினைத் துண்டிக்கிறது. இதனால் வெப்பப் பரவல் தடைபடுகிறது.

வெளிப்புறத்தில் தனித்து அமைக்கப்படும் கட்டுப்படுத்தும் கருவி யின்றி, இங்ஙனம் மின் அடுப்பின் வெப்பநிலையின் அளவினை அதன் மாறுநிலை வெப்பநிலைக்குள் கட்டுப்படுத்தலாம். இதுவே, இந்த அமைப்பின் தனிப்பட்ட மேன்மையாகும். மேலும், AB என்ற தண்டினைப் (bar) பிரித்தெடுத்து அதற்குப் பதிலாக வெவ்வேறு மாறுநிலை வெப்பநிலை (400°C முதல் 1000°C வரை) உடைய தண்டுகளைப் பொருத்தலாம்.

உயர் அலைவெண் சுழி மின்னோட்ட சூடாக்கம்

இந்தச் சூடாக்கம் ஒரு வகையான தூண்டல் சூடாக்கத்தினைச் சார்ந்தது. இயந்திரப் பகுதிகளைக் கடினப்படுத்துதல் (hardening), நன்கு சூடாக்கி ஆற விடுவதன் மூலம் கடும் பதப் படுத்துதல் (annealing), தோய்த் தெடுத்தல் (tempering) போன்ற பணி களுக்கு இம் முறை பயன் படுத்தப் படுகின்றது. சூடாக்கப்பட வேண்டிய இயந்திரப் பகுதியைச் சுற்றியிருக்கும் ஒரு சுருளினூடே உயர் அலைவெண் கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தினைப் பாய்ச்ச வேண்டும். சுருளில் உண்டாகும் மின் காந்தப் புலத்தி னால் (Electro magnetic field) இயந்திரப் பகுதியின் தேவையான இடத்தில் வெப்பவிளைவு (heating effect) ஏற்படுகிறது. இயந் திரப் பகுதிகளினூடே உண்டாகும் சுழி மின்னோட்டங்களால் இந்த வெப்ப விளைவு ஏற்படுகிறது. பயன் படுத்தப்படும் அலை வெண் 10,000 முதல் 400,000 சுற்றுகள்/வினாடி வரை இருக்கும். சுருளுக்கும் சூடாக்கப்படும் பொருளுக்கும் இடையே உறுதியான காந்தப்பிணைப்பு ஏற்படும்படிச் சுருளின் உருவமும், சுற்றப்படும் சுருளின் சுற்றுகள் (turns of the coil), சுழி மின்னோட்டங்களின் பாதைக்கு இணையாக (parallel) இருக்கும்படியும் அமைத்தால், இம் முறைச் சூடாக்கம் நல்ல பயனுள்ளதாக விளங்கும். சூடாக்கப் படும் பொருளினூடே சுழி மின்னோட்டங்களின் உட்புகும் ஆழம் (d), அலை வெண்ணின் (f) இருமடி மூலத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது $d \propto \frac{1}{f^{\frac{1}{2}}}$.

அலைவெண் தேர்வு

உருக்கப்பட வேண்டிய பொருள் உருகிய நிலையில் இருந் தாலும் உள்ளகமற்ற மின் உலையின் பயனுடைய மின்தடை, எதிர் வினைப்பு (reactance), செலவழிக்கப்படும் மின் திறன் ஆகிய வற்றைக் கணக்கிடுதல் மிகவும் சிக்கலானது. பெஸ்ஸல் சார்பு களைப் (Bessel functions) பயன்படுத்தித்தான் இவற்றைக் கணக் கிட முடியும். எனினும், அலைவெண் 500 சுற்றுகள்/வினாடிக்கு மேல்

இருந்தால், ஊடுருவு வாய்பாட்டினைப் (penetration formula) பயன் படுத்தித் தோராயமாகக் கணக்கிடலாம். இந்த வாய்பாட்டின் படி $t = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{P \times 10^9}{\mu f}}$ ஆகும். இதில் t என்பது உருக்கப்பட வேண்டிய உலோகப் பொருளில் மின்னோட்டம் ஊடுருவிச் செல்லும் கனம் (அலகு செ. மீ.)

P என்பது உருகிய உலோகப் பொருளின் தன் தடை எண் (எ-டு) உருகிய எஃகின் தன் தடை எண் 200×10^{-6} ஓம்/செ.மீ./செ.மீ^{2}.

f = அலைவெண் (அலகு சுற்றுகள்/விநாடி).

μ = உருகு வதற்குப் பயன் படுத்தப்பட்ட உலோகத்தின் காந்த உட்புகுதிறன் (permeability).

(எ-டு) [உருகிய எஃகின் காந்த உட்புகுதிறனின் அளவு 1ஆகும்.]

பயனுடைய இயக்கத்திற்கு, $\frac{r}{t}$ என்ற விகிதம் 3-க்கு மேற்பட்டிருக்க வேண்டும். இதில் r என்பது உருக்கப்பட வேண்டிய உலோகத்துணுக்குகளின் ஆரம். $\frac{r}{t}$ என்ற விகிதத்தின் மதிப்பு 4 என்று எடுத்துக் கொண்டால், பயனுடைய இயக்கத்திற்குத் தேவையான அலைவெண்ணை $f = \frac{1}{4\pi^2} \quad \frac{P \cdot 10^9 \cdot 16}{\mu r^2}$ என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து பெறலாம்.

r-ன் மதிப்பு அதிகரித்தால், பயனுடைய இயக்கம் குறைந்த அலைவெண்ணில் கிடைக்கும். கிட்டத்தட்ட 5 டன் உருக்கும் கொள்திறன் கொண்ட பெரிய மின் உலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் அலைவெண் 500 முதல் 1000 சுற்றுகள்/விநாடி வரை இருக்கும். சோதனைக் கூடங்களில் சிறிய மின் உலைகளில் 100,000 அல்லது மில்லியன் சுற்றுகள்/விநாடி கொண்ட அலைவெண் பயன் படுத்தப்படும்.

மின் திறன் தருவி (Power Supply)

சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் மின் திறன் தருவி வலை அமைப்பில் (power supply networ.) இருந்து, உள்ளக மின் உலைக்காகத் தேவைப்படும் உயர் அலைவெண் மின்னோட்டத்தினைப் பின்வரும் முறைகளில் பெறலாம்.

(i) மோட்டார் மின்னாக்கித் தொகுப்புடன் (motor generator set) அமைந்த நீட்ட முனையுடைய ஆல்டர்நேட்டர் (salient pole type generator) இத் தன்மையான அமைப்பு, 1000 சுற்று/வினாடி அளவுகள் வரையுள்ள அலைவெண்களுக்கும். அநேகமாக எல்லா வெளிப்பாட்டுத் திறன்களுக்கும் பயன்படும்.

(ii) மோட்டார் மின்னாக்கித் தொகுப்புடன் கொண்ட தூண்டு ஆல்டர்நேட்டர் (induction alternator) இத்தகைய அமைப்பினை, 10,000 சுற்றுகள்/வினாடி அளவுகள் வரையுள்ள அலைவெண்களுக்கும் கிட்டத்தட்ட ஒரு டன் உலோகத்தை உருக்குந் திறன் கொண்ட மின் உலைகளுக்குப் பயன்படுத்துவர்.

(iii) வால்வு அலைப்பான் (valve oscillator) அரிய (rare) உலோகப் பொருள்களை உருக்குவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் சிறிய மின் உலைகளுக்குக் கிட்டத்தட்ட ஒரு மில்லியன் சுற்றுகள்/வினாடி அளவு கொண்ட அலைவெண் தேவைப்படும்.

பெரிய மின் உலைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் 1000 முதல் 2000 வோல்ட்டுகள் வரை இருக்கும். சிறிய வால்வு அலைப்பான் மின் உலைகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் 10,000 வோல்டுகள்வரை இருக்கும். ஒற்றைச் சுருள் மின் மாற்றியில் பொருத்தப்படும் மடைகளைக் கொண்டும் அல்லது தூண்டு சுருளிலாவது. மடைகளை (taps) மாற்றியமைப்பதின் மூலம் மின்னழுத்த வேறுபாட்டினைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

உள்ளகமற்ற தூண்டல் மின் உலையின் மேன்மைகள்

(i) இந்த மின்உலை உதவியால், உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளை அதன் உருகு நிலைக்குக் கொணர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் மிகக் குறைவு. ஆகவே, ஆக்ஸிகரணம் ஆகும் அளவும் குறைகிறது. கொடுக்கப்பட்ட நிலத்தளப் பரப்பில் (floor area) அதிக அளவான உற்பத்தியைப் பெறலாம்.

(ii) உருக்கப்பட வேண்டிய பொருளினூடே செலுத்தப்படும் மின் திறன் அளவினைத் துல்லியமாகக் கட்டுப்படுத்தலாம். இதனால் ஒரே மாதிரியான தன்மை வாய்ந்த (uniform quality) பொருளை உண்டுபண்ணலாம்.

(iii) எந்த வடிவமான புடக்குகையையும் பயன்படுத்தலாம்.

(iv) இடையே விட்டு விட்டு இயங்கும் பணிகளிக்கு இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம்.

(v) இந்த அமைப்பில் எளிதாக வேலை செய்வதற்கான நலங்கள் (working facilities) கிடைக்கின்றன. தூசி, புகை, பேரொலி ஆகியவை ஏற்படாது. தொங்கவிடப்படும் மின்வாய்கள் போன்ற தொந்தரவு வாய்ந்த சாதனங்கள் கிடையாது. பொருளை உருக்குவதற்கும், உருக்கிய பொருளை வெளிப்படுத்துவதற்கும் இந்த அமைப்பு எளிமையானது.

(vi) உருக்கப்படும் பொருளினூடே பாயும் சுழி மின்னோட்டங்கள் தானாகவே கிளறித் தூண்டும் இயல்பினையுடையது. அதாவது உருகிய பொருளைக் கலக்கி மேலெழச் செய்யுந் தன்மை வாய்ந்தது.

(vii) இந்த மின்உலையைக் கட்டி எழுப்புவதற்காகும் செலவும் (erection cost), இதனை இயக்குவிக்கும் செலவும் (operating cost) குறைவு.

எடுத்துக்காட்டு 5–9.

உருளை வடிவமான எஃகினால் ஆன ஒரு பொருளை ஓரச்சாக இருக்கும் (co-axial) சுருளினுள்ளே வைத்து அதன் மேற்பரப்பினைத் தூண்டல் சூடாக்கம் முறையில் கடும் பதப்படுத்தல் (case hardened) வேண்டும். நுழைக்கப்பட வேண்டிய ஆழம் 0·2 மி.மீ எனவும், எஃகுப் பொருளின் சராசரி காந்த உட்புகுந்திறன் (permeability) 100 எனவும், சூடாக்கப்படும் காலப்பகுதியில் அதன் மின்கடத்தி எண் $1{\cdot}0 \times 10^6$ மோ/மீட்டர் எனவும் கொண்டால், அப் பொருளுக்கு வழங்கப்படும் மின்தருவி அதிர்வெண்ணைத் தோராயமாகக் கணக்கிடுக.

[சென்னை பல்கலைக்கழகம், B. E. செப்டம்பர் 1967]

தீர்வு:

அலைவெண்ணைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படும் வாய்பாடு (formula) $t = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{P \times 10^9}{\mu f}}$

இதில் t = கனம் (அலகு செ.மீ)

P = தன்தடை எண் அலகு (ஓம் செ.மீ)

f = அலைவெண் (சுற்றுகள்/விநாடி)

μ = காந்த உட்புகுத் திறன்

$$P = \frac{1}{10^6} \times 100 = 100 \times 10^{-6} \text{ ஓம் செ. மீ.}$$

$t = 0{\cdot}02$ செ.மீ

$$\mu = 100$$

$$t^2 = \frac{1}{4\pi^2} \times \frac{P \times 10^9}{\mu f}$$

$$f = \frac{1}{4\pi^2} \times \frac{P \times 10^9}{\mu \times t^2} = \frac{1 \times 100 \times 10^{-6} \times 10^9}{4 \times 3{\cdot}14^2 \times 100 \times (0{\cdot}02)^2}$$

$$= \frac{10^7}{16 \times (3{\cdot}14)^2} = 63{\cdot}820 \text{ சுற்றுகள்/வினாடி.}$$

5-8-1-2-5. புற விளைவு (Skin effect)

நேரான உருளை வடிவமான மின் கடத்தியை எடுத்துக் கொள்வோம். அதனூடே மின்னோட்டம் பாய்ந்தால், அந்தக் கடத்தியின் உட்பகுதியிலேயே காந்தப்பாயம் உண்டாகும். இந்த மின்கடத்தும் பொருள் முடிவிலா எண்ணிக்கை கொண்ட சிறிய இழைகளால் (small filaments) ஆனதாகக் கொள்வோம். இந்த சிறு இழைகள் ஒவ்வொன்றிலும் பாயும் மின்னோட்டம் மொத்த மின்னோட்ட அளவாகிய I ஆம்பியரில் ஒரு சிறு பின்ன அளவாக இருக்கும். மின் கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப் பாகத்தில் மின்னோட்ட அடர்த்தி எண் சீராக இருப்பதாக எடுத்துக்கொண்டால், மின் கடத்தியின் மையத்திலிருந்து 'r' அலகு ஆரமுடைய தூரத்தில் ஏற்படும் காந்தப்பாய அடர்த்தி எண் (flux density)

$$Br = \frac{2\,Ir}{10r} \text{ இதில் } Ir = \frac{r^2}{R^2} . I .$$

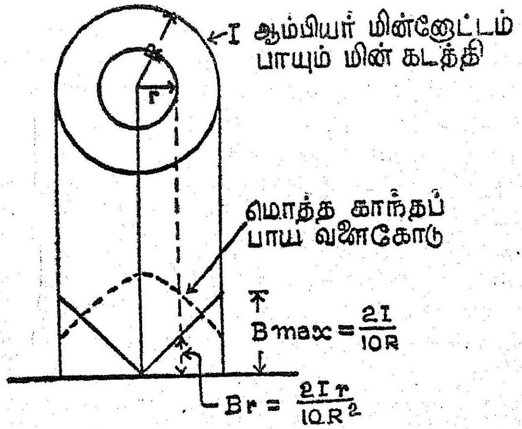
R என்பது மின் கடத்தும் பொருளின் ஆரம்.

$$\text{ஆகையால் } Br = \frac{2\,r\,I}{10\,R^2} \text{ அதாவது } Br \propto r$$

காந்தப்பாய அடர்த்தி எண் மின்கடத்தியின் ஆரத்திற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கிறது. மின் கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப் பாகத்தில் மின்னோட்ட அடர்த்தி எண் ஒரே சீராக இருப்பதாகக்கொள்ளும் கற்பிதம் (assumption) நேர்மின்னோட்டத்திற்கும், குறைந்த அலைவெண் மாறுதிசை மின்னோட்டத்திற்கும் பொருந்தும்.

காந்தப்பாய அடர்த்தி எண்ணுக்கும், மின்கடத்தியின் ஆரத்திற்குமுள்ள தொடர்பினைப் படம் 5-18 விளக்கிக் காட்டுகிறது. மின்கடத்தியின் இழைகளைச் சூழ்ந்துள்ள மொத்தக் காந்தப்பாயத்திற்கும் அந்தக் கடத்தியின் ஆரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை

அதே படத்தில் புள்ளியிட்ட (dotted) வளைகோடு விளக்குகிறது. இந்த வளைகோட்டிலிருந்து அறிந்துகொள்வது என்னவென்றால் மின்கடத்தியின் மையத்திற்கு அருகில் உள்ள இழைகளைச் சூழ்ந்துள்ள காந்தப்பாயம், அந்தக் கடத்தியின் புறப்பகுதியில் உள்ள இழைகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் காந்தப்பாயத்தைவிட அதிக மானது. ஆகையால், மின்கடத்தியின் மைய இழைகளின் (centre filaments) தூண்டல் (inductance) அளவு, அதே கடத்தி யின் புறப் பரப்பு இழைகளின் (surface filament) தூண்டல் அளவினைவிட அதிகமானது.



படம் 5-18.

உருளை வடிவமான மின்கடத்தியின் உட்புறக் காந்தப்பாயப் பரவல்.

மின்கடத்தியின் ஓர் இழையின் மின்தடை R எனவும், அதன் தூண்டல் L எனவும் கொண்டால், அந்த இழையின் மறிப்பு (impedance) $= \sqrt{R^2+(2\pi fL)^2}$ ஆகும். குறைந்த அலைவெண் கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் $(2\pi fL)^2$-ன் அளவு, R^2 யோடு ஒப்புநோக்கும்போது தவிர்க்குமளவுக்கு மிகக் குறைவு. மின்கடத்தியின் இரு முனைகளுக்கிடையே குறைந்த அலைவெண் கொண்ட V வோல்டடு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் கொடுத்தால், அந்த இழையினுள் செலுத்தப்படும் மின்னோட்டம் $\frac{V}{\sqrt{R^2+(2\pi fL)^2}} = \frac{V}{R}$ (தோராயமாக) ஆகும். ... (5-12)

ஆகவே, குறைந்த அலைவெண்ணில் மின்கடத்தியின் குறுக்கு வெட்டுப் போக உட்பகுதியில் உள்ள எல்லா இழைகளிலுமுள்ள மின்னோட்ட அடர்த்தி எண் ஒரே சீராக உள்ளது. ஆனால் உயர் அலைவெண்ணில் R^2-ன் மதிப்பு, $(2\pi fL)^2$ யோடு ஒப்புநோக்க மிகக் குறைவு. இத் தருணத்தில் அந்த இழையினூடே பாயும் மின்னோட்டம் கிட்டத்தட்ட $\frac{V}{2\pi fL}$ அளவு இருக்கும். அதாவது உயர் அலைவெண்ணில் மின்கடத்தியின் மைய இழைகளின் தூண்டல் எதிர் வினைப்பின் அளவு (inductive reactance) அதே மின்கடத்தியின் புறப்பரப்பு இழைகளின் தூண்டல், எதிர் வினைப்பின் அளவினை விட மிக அதிகம். ஆகவே, மின்கடத்தியின் மையப் பகுதியில் மிகக் குறைந்த அளவு மின்னோட்டமும், அதன் புறப்பகுதியில் மிகவும் அதிகமான மின்னோட்டமும் ஏற்படுகின்றது. அதாவது மின்கடத்தியில் பாயும் உயர் அலைவெண் கொண்ட மின்னோட்டம் முழுவதும் அதன் புறப்பகுதியில் உள்ள இழைகளின் மூலமே செலுத்தப்படுகின்றது என்பதாம். இங்ஙனம் ஒரு மின்கடத்தியினூடே பாயும் உயர் அலைவெண் மாறுதிசை மின்னோட்டத்தினை, அந்தக் கடத்தியின் புறப்பரப்புப் பகுதியில் ஒருமுகப்படுத்தும் (concentrate at the outer surface) விளைவுக்குப் "புற விளைவு" என்று பெயர்.

உயர் அலைவெண்களில் ஏற்படும் இந்த விளைவினால் ஒரு மின்கடத்தியின் பயனுடைய குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு அதன் வெளிப்புறப் பகுதி (outer suface) யாதலால், மின்கடத்தியின் மின்தடை அதிகமாகிறது. ஆகவே, ஒரு மின்கடத்தியின் உயர் அலைவெண் மின்தடை அந்தக் கடத்தியின் நேர்மின்னோட்ட மின்தடை (அல்லது குறைந்த அலைவெண் மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்தடை)யைவிட அதிகமானது. புறவிளைவினால் மின்னோட்டம் ஊடுருவும் ஆழம் (depth of penetration) $t = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{P \times 10^9}{\mu f}}$

என்ற வாய்பாட்டின்படி இருக்கும். இதில் P என்பது தன்தடை எண் (ஓம். செ.மீ.) μ = காந்த உட்புகுதிறன். f = அலைவெண் (சுற்றுகள்/வினாடி); t = ஊடுருவும் ஆழம் (செ.மீ). ஓர் உலோகப் பொருளில், மின்னோட்டம் ஊடுருவும ஆழம் அலைவெண்ணின் வர்க்க மூலத்திற்கு எதிர் விகிதத்திலிருக்கும். வெவ்வேறு உலோகங்களில் ஊடுருவும் ஆழம் அலைவெண்களுக்கேற்றவாறு எப்படி மாறுகிறது என்பது பின்வரும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை

அலைவெண்		ஊடுருவும் ஆழம் (மில்லி மீட்டர்)		
சுற்றுகள்/விநாடி	வகைகள்	தாமிரம்	இரும்பு	பித்தளை
10^6.	உயர் அலைவெண்	0·18	0·8	0·2
10^4.	நடுத்தர அலைவெண்	1·8	6·0	2·0
10^3.	குறைந்த அலைவெண்	3·0	17·2	—

உருக்குதல் (melting), கொல்லுலையில் காய்ச்சி அடித்து உருவாக்குதல், நிலைகுலைவிப்பு (forging) முறையில் சூடாக்குதல் (upsetting), கடினப்படுத்துதல் (hardening), ஒட்டவைத்துக் கடுமையாக்குதல் (bracing) போன்ற பல்வேறு தேவைகளுக்கு உலோகங்களை இம்முறையில் சூடாக்குகிறோம்.

உலோகப் பொருளினூடே ஒரு சதுர சென்டி மீட்டருக்குச் செலவழிக்கப்படும் மின்திறன்

$$P = 8\pi H_0^2 \sqrt{1000 \mu f P}.$$

இதில் H_0 = காந்தப்புல வலிமை (ஆம்பியர் - சுற்றுகள்) (ampere turns)

P = தன்தடை எண் (அலகு மைக்ரோ ஓம் - செ.மீ.)

μ = காந்த உட்புகு திறன் (Permeability)

அலைவெண் தேர்வு கீழ்க்கண்ட காரணக் கூறுகளைப் பொறுத்திருக்கும்:

(i) சூடாக்கப்படும் பொருளின் உரு அளவு: சூடாக்கப்படும் பொருளில் தேவையான அளவு வெப்பத்தினைப் பெற, அதன் உரு அளவினை அதிகரித்தால், சுழிமின்னோட்டங்களுக்கு (eddy currents) ஏற்படும் மின்தடை குறையும். மின்திறன் தருவியின் அலைவெண்ணும் குறையும்.

(ii) காந்த உட்புகு திறன்: காந்தப் பொருள்களில் காந்தத் தூண்டுச் செறிவு (magnetic induction density) அதிகம். ஆகவே ஒரே அளவு சூடாக்கத்தினைப் பெற, தேவையான அலைவெண் குறைவு. சுழி மின்னோட்டச் சூடாக்கத்துடன் காந்தத் தயக்க இழப்பு முறையிலும் (hysteresis loss) சூடாக்கம் ஏற்படுகிறது.

(iii) ஊடுருவும் ஆழம்: புறப் பரப்பில் கரியக மூட்டுவதன் மூலம் இரும்பைக் கடும் பதப்படுத்துதல் (case hardening) போன்ற பணிக்கு, மேலோட்டமான ஆழமுடைய (shallow depth) வெப்ப ஊடுருவுந்திறன் தேவைப்படுகிறது. அப்படிப்பட்ட பணிக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் அலைவெண்ணின் அளவு மிக அதிகம்.

(iv) உலோகப் பொருளின் தன்தடை :- உலோகப்பொருளின் தன்தடை எண் அதிகமானால், தேவைப்படும் அலைவெண்ணின் அளவும் குறைகிறது.

(v) வெப்பம் கடத்துந்திறன்: உலோகப் பொருளின் வெப்பம் கடத்துந் திறன் அதிகமானால், தேவைப்படும் அலைவெண்ணின் அளவும் அதிகமாகும். ஏனெனில், இத்தன்மையான பொருளில் வெளியே கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு அதிகம்.

உலோகங்களை உருக்குவதற்குக் குறைந்த அலைவெண் கொண்ட மின் தருவி (low frequency supply - upto 1K c/s) பயன்படுத்தலாம். கொல்லுலையில் அடித்துக் காய்ச்சுதல், நிலைகுலைவிப்பு முறைக்குச் சூடாக்குதல், குறியிடுதல் (stamping) போன்ற பணிகளுக்கு நடுத்தர அலைவெண்களைப் (medium frequencies 1 K c/s — 10K c/s) பயன் படுத்துவர். கடினப் படுத்துவதற்கும் (hardening), ஒட்ட வைத்துக் கடுமையாக்குவதற்கும் (bracing உயர் அலைவெண்கள் தேவை (high frequencies 400 K c/s 1 M c/s.).

5-8-1-2-6. தூண்டல் சூடாக்கத்தின் பயன்கள்

(i) பரப்புக் கடினப் படுத்தல் (Surface hardening): சுழல் வட்டு ஊடச்சுழனை (Spindle), வாளின் வெட்டு வாய்ப் பகுதி (saw blades), பல்லிணைகள் (gears), அச்சுகள் (axles போன்ற பாகங்கள் தேய்வுராமலிருப்பதற்கும், உயர் விசையைத் தாங்குவதற்கும் உகந்ததாய் இருக்க வேண்டும். தூண்டல் சூடாக்கத்தின் மூலம், இந்த உலோகப் பகுதிகளின் தேவையான இடத்தில் சூடாக்கி, இப்பொருள்களைக் கடினமானதாகவும், உறுதியானதாகவும் செய்யலாம்.

(ii) ஆடிக் கடினப் படுத்தல் (Deep hardening): துளைக் கருவிகள் (drills), திருப்புளி (screw driver) போன்ற கருவிகளை இம் முறைச் சூடாக்கத்தின் மூலம் ஒரே சீரான ஆழத்துக்குக் கடினப்படுத்தலாம். இம் முறைச் சூடாக்கத்தினால் பொருள்களினூடே எவ்வளவு ஆழத்திற்கு வேண்டுமானாலும் உட்சென்று கடினப்படுத்த முடியும். இம் முறையைப் பயன் படுத்திக் குறைந்த மின்னாற்றலில் மிகக் குறுகிய காலத்தில் எல்லாக் கருவிகளையும் கடினப் படுத்தி உறுதியுடையனவாகச் செய்யலாம்.

(iii) உறுதியாக்குவதற்குப் பக்குவப் படுத்தல் (Tempering): எஃகு போன்ற உலோகப் பொருளினை அடுத்தடுத்து வெப்ப மூட்டி, அவற்றை மெதுவாகவும், சீராகவும் குளிரச் செய்வதன் மூலம் சரியான உறுதியும், நொறுங்குந் தன்மையற்று, நீடிப்பு ஆற்றலுடைய நிலைக்குக் கொணரலாம். எஃகு போன்ற பொருளின் பண்பினை, இத்தகைய நிலைக்கு மாற்றியமைப்பதற்குப் பக்குவப் படுத்தல் என்கிறோம். இங்ஙனம் பக்குவமாகப் பதப்படுத்துவதற்குத், துல்லியமாக வெப்பத்தினைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பு வேண்டும். இத்தன்மையான வெப்பக் கட்டுப்பாட்டினைத் தூண்டல் சூடாக்கம் முறையில்தான் பெறலாம்.

(iv) உருக்கிப் பிரித்தல் (Smelting): உலோகக் கலவை, தாது போன்றவற்றினை, உயர் அலைவெண்ணில் தூண்டல்சூடாக்க முறையில் உருக்கிப் பிரித்தலுக்கு உட்படுத்த வேண்டும். இத்தகைய ருக்கிப் பிரிக்கும் முறை பாதுகாப்பான வளிமண்டலத்திலோ அல்லது வெற்றிடத்திலோ நிகழ்கின்றது.

(v) பற்ருசு வைத்தல் (Soldering): பற்றுப் பொருளின் (solder) பற்றவைத்து இணைக்க வேண்டிய புள்ளிப் பகுதியில் மட்டுந்தான் தேவையான வெப்பம் வேண்டும். அப் பற்றுப் பொருளின் மற்ற பகுதிகள் குளிர்ந்த நிலையில் இருக்கலாம். இதனைத் தூண்டல் சூடாக்கம் முறையில் சிக்கனமாகவும், திறமையாகவும் செய்யலாம்.

(vi) உருக்குதல் (Melting): சரியான மின் உலைகளைக் கொண்டு வெவ்வேறு உலோகங்களைத், தூண்டல் சூடாக்கம் முறையில் அவற்றின் உருகு நிலைக்குச் சூடாக்கி உருக வைக்கலாம்.

(vii) குழாய்ப் பற்றவைப்பு (Tube welding)

பற்றவைத்து இணைக்க வேண்டிய குழாய்களின் விளிம்பு நுனிகளை ஒன்று சேர்ந்திருக்கும்படி கொணர்ந்து, தூண்டல்

சூடாக்க முறையில் சூடுபடுத்துவர். அத்துடன் உருளைகளை இயங்கச் செய்தால் ஒரு மட்ட பற்றவைப்பும் கிடைக்கும். இந்த முறையில் 20 முதல் 100 மீட்டர்கள்/நிமிடம் வரை பற்றவைப்பு வேகம் கிடைக்கும். இந்த வேகம், மின்தடை பற்றவைப்பு முறையில் கிடைக்கும் வேகத்தினைக் காட்டிலும் அதிகமானது.

(viii) பாதரச வில் நிவர்த்திப்பான்களில் உள்ள நேர்மின் வாய்த் தகடுகள் கரித்தண்டுகளினால் ஆனது. அறைவெப்ப நிலையில், இந்தக் கரித்தண்டுகள், அவற்றின் உட்துளைகளில் வளிகளை (gases) உறிஞ்சி அடக்கிக்கொண்டிருக்கும். பாதரச வில் நிவர்த்திப்பானில் மின் சுமையைப் பொருத்தினால், இக்கரித்துண்டுகள் உறிஞ்சப்பட்ட வளிகளை வெளிவிடும். இதனால் பாதரச நிவர்த்திப்பானின் வெற்றிடத்தரத்தின் அளவு (degree of vacuum) குறையும். ஆனால், தூண்டல் சூடாக்கும் முறையில், இந்தக் கரித்தண்டுகளை, அவை இயங்கும் உயர்ந்த வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கினால், கரித்தண்டுகளினால் உறிஞ்சப்பட்ட வளிகள் வெளிப்படுகின்றன. இந்த வளிகளை, வெற்றிடமாக்கும் இறைப்பியின் மூலம் அகற்றி வெளியே எடுத்துவிடலாம். இங்ஙனம் செய்யப்பட்ட பாதரச ஆவி நிவர்த்திப்பான் நன்கு இயங்குகிறது.

இவற்றைத் தவிர, சாயத்தை உலர்த்துதல், தூளாக்கப்பட்ட உலோகங்களை வெந்நீரருவிப் படியவைத்தல் (sintering), அறுவை மருத்துவக் கருவிகளை நோய் நுண்மங்கள் ஒழிக்கப்பெற்றதாகச் செய்தல் (sterilization) போன்ற பணிகளுக்கும் இம் முறைச் சூடாக்கம் பயன்படுகிறது.

5-8-2, இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் (Dielectric heating)

மரம் (wood), இளக்கிகள் (plastics), சைனகளிமண், கண்ணாடி, செராமிக் (ceramics) என்னும் மட்பொருள்கள் போன்ற அலோகங்களைச் சூடாக்க இம் முறையை மேற்கொளுகின்றனர். பொதுவாக அலோகப் பொருள்கள் அரிதில் கடத்தும் மின்காப்புப் பொருள்கள் (insulators) ஆகும். இத்தன்மையான பொருளின் மின் ஏற்கும் சிறப்பியல்பினைக் கருதியே, இதனை இருமின் ஏற்பி (dielectric) என்று வழங்குவர். சூடாக்கப்பட வேண்டிய அலோகப் பொருளை இரு உலோக மின்வாய்களுக்கிடையே வைத்து, அதிக அலை வெண்ணைக் கொண்ட உயர் மின்னழுத்த (high voltage) மாறுதிசை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு அப் பொருளின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. இந்த வெப்பநிலை அதிகரிப்புக்குக் காரணம், இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு (dielectric

loss) வெப்பமாக மாறுவதே. இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு அதிகமானால் வெப்பமும் அதிகமாகும். ஆகவே, போதுமான வெப்பத்தினைப் பெறக் கிட்டத்தட்ட ஒரு வினாடிக்கு 100 முதல் 300 நூறாயிரம் சுற்றுகள் கொண்ட அலைவெண்ணும் (10 to 30 mega cycles per sec), 20 ஆயிரம் வோல்ட்டு மாறுதிசை மின்னழுத்தமும் தேவை,

அலோகங்கள் வெப்பத்தை அரிதில் கடத்துபவை. அதே போல் மின்சாரத்தையும் அரிதில் கடத்தக்கூடியவை. இம் முறையில் சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளில் வெப்பம் ஏற்படுகிறது. ஆனால், மின் அடுப்புச் சூடாக்கத்தில் வெப்பம் மின் அடுப்பிலிருந்து அதனுள்ளே இருக்கும் பொருளுக்கு வெப்பக் கடத்தல்மூலம் பரவுவதால், சூடாக்கப்பட வேண்டிய நேரம் அதிகமாவதுடன் சீரான வெப்பப் பரவலும் கிடைப்பதில்லை. ஆகவேதான், மின் அடுப்புக் கொண்டு மணிக்கணக்கில் சூடாக்கும் சாதனங்களை இம் முறையினால் நிமிடங்களிலே சூடாக்கலாம்.

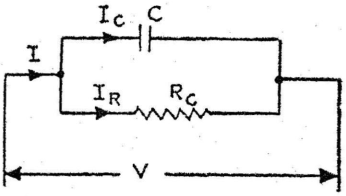
இனி நடைமுறையில் காணப்படும் மின் தேக்கி ஒன்றில் இரு மின்னேற்பி இழப்பு (dielectric loss) எப்படி ஏற்படுகின்றது என்பதனைப் பார்ப்போம்.

5-8-2-1. மின்னேற்பி இழப்பு

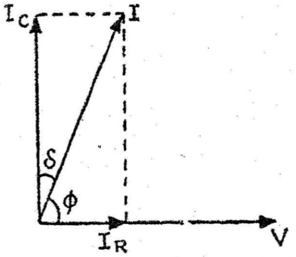
மின்னேற்பு ஊட்டப்பட்ட ஒரு மின்தேக்கி (அதற்கிடையே புறச் சுற்று இணைக்காமல் விட்டு வைப்பின்), அது கொண்ட மின்னேற்பினைத் தக்கவைத்துக் கொள்ளாமல் மெள்ள மெள்ள அதனை வெளியேற்றுகிறது. இந்த மின் போக்கிற்குக் காரணம் மின் தேக்கியின் இரு மின்னேற்பியினூடே (dielectric) கசிந்து செல்லும் மின்னோட்டமே. இதுவே நடைமுறையில் காணப்படும் மின் தேக்கிகளின் குறைபாடு. இந்த நடைமுறை மின் தேக்கியைப் படத்தில் குறிக்கும்போது கருத்தியல் (ideal) மின்தேக்கி (c) ஒன்றினைக் காட்டி அதற்குப் பக்க வாட்டில் இணையாக (parallel) இம் மின் கசிவைக் குறிக்க ஒரு கசிவுத் தடையைப் பிரித்துக் காட்டப்படுகிறதேயொழிய, உண்மையில் அது மின் தேக்கியோடு இரண்டற ஒன்றியிருக்கும். கருத்தியல் மின் தேக்கி என்பது குறைபாடு இல்லாத தொன்றாகும். அதாவது இதில் கசிவு மின்னோட்டம் இராது.

அப்படிப்பட்ட மின் தேக்கியைக் கொண்ட ஒரு மின் சுற்று V வோல்ட்டு, f சுற்று/வினாடி மாறுதிசை மின்னூற்றுடன் (supply)

இணைக்கப்பட்டால் மின்னோட்டம் படம் 5-19 (அ) ல் காட்டியபடி பாயும். இதன் நெறிய வரைபடம் (vector diagram), படம் 5-19 (ஆ)-ல் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 5-19(அ)
மின்தேக்கியைக் கொண்ட மின் சுற்று



படம் 5-19(ஆ)
நெறியவரை படம்

கருத்தியல் மின்தேக்கியில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு $I_0 = \frac{V}{1/wc} = Vwc = V\,2\pi f c$. இந்த I_0 மின்னோட்டமானது, செலுத்தப்படுகின்ற மின்னழுத்தம் Vஐ விட $90°$ கோண அளவில் முன்னேக்கி இருக்கும். கசிவுத் தடையில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு $I_R = \frac{V}{R_0}$. இந்த I_R மின்னோட்டம், V யோடு ஒரே நிலையில் (in phase) இருக்கும். மொத்த மின்னோட்டம் I ஆனது இவ்விரு மின்னோட்டங்களின் வெக்டார் கூட்டுத் தொகை ஆகும்,

இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு $= V.I.\cos\phi$.

$$= V.\,I_R = V\,I_C \tan\delta$$

$$= V \times (V.\,2\pi fc)\tan\delta$$

$$= 2\pi f V^2 C \tan\delta \text{ வாட்டுகள்} \quad \dots (5\text{-}13)$$

ஆனால், மின்தேக்கித் திறன் $C = \frac{A\,K_0\,K_r}{d}$ ∴ பேரெட் ... (5-14)

இதில் A-ஒவ்வோர் உலோகக் கடத்தியின் பரப்பளவு (அலகு —சதுர மீட்டர்).

d-இரு உலோகக் கடத்திகளுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளி (அலகு—மீட்டர்).

K_0-வெற்றிடத்திற்குள்ள இரு மின்னேற்புக்கெழு (இதன் மதிப்பு $= 8{\cdot}554 \times 10^{-12}$ ∴பேரெட்/மீட்டர்).

K_r-சார்பு ஏற்புக்கெழு.

$$\therefore \quad \text{இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு} = \frac{2\pi f V^2 A K_0 K_r}{d} \times \tan \delta$$

வாட்டுகள் ... (5-15)

ஆனால் K_r, $\tan \delta$ ஆகியவற்றின் பெருக்குத் தொகை $K_r \cos \phi$ க்குச் சமமாகக் கொள்ளலாம். $K_r \cos \phi$ என்பதனையே இழப்பு கரணி என்று கூறுவர். இதனை K_1 என்றும் குறிப்பிடுவர்.

5-15-ஆம் சமன்பாட்டின், தொகுதியையும், பகுதியையும் 'd' ஆல் பெருக்கினால், இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு $= 2\pi f \frac{V^2}{d^2} A\, d.\, K_0 r K_1$ ஆகும்.

இரு உலோகக் கடத்திகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தச் சரிவு 'g' என்றால், $g = \frac{V}{d}$

எனவே, இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு

$$= 2\pi f g^2 \times (A \times d) K_0 \times K_1$$

$= \pi f g^2 \times$ [மின்னேற்பியின் அளவு (dielectric radian)] $\times K_0 \times$ [இழப்பு கரணி (loss factor)] ... (5-16)

மேற்குறித்த சமன்பாட்டிலிருந்து இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு (i) மின்னழுத்த இருமடி அளவுக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும் என்றும், (ii) அலைவு எண்ணின் அளவுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும் என்றும் நாம் அறிந்து கொள்கின்றோம்.

மேலும் ஒழுங்கீனமற்ற வடிவமுடைய இரு மின்னேற்பிகளைக் கொண்டு, ஒரே சீரான சூடாக்கத்தினைப் பெற, எல்லா இடங்களிலும் ஒரே அளவான மின்னழுத்தம் சரிவு கிடைக்கும்படி உலோகக் கடத்தியின் வடிவம் அமைய வேண்டும்.

5-8-2-2. மின்னழுத்தம், அலைவெண் ஆகியவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

இரு மின்னேற்பி சூடாக்கும் முறையில் தேவையான வெப்பத்தினைப் பெற, உயர் மின்னழுத்தமும், நடுத்தர (medium) அலைவெண்ணும் தேவை. அல்லது உயர் அலைவெண்ணும் நடுத்தர மின்னழுத்தமும் தேவைப்படும். சூடாக்கப்பட வேண்டிய

அலோகப்பொருள் மெல்லியதாய் இருந்தால் (thin), அப் பொருளின் மின்காப்பு வலிமை (insulation), மின்னழுத்த முறிவு (break down votage), பாதுகாப்பு நிலை (safety) ஆகியவற்றினை ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தைக் குறிப்பிட்ட அளவிற்குள் கட்டுப்படுத்த வேண்டியிருக்கிறது. உயர் மின்னழுத்தத்தில் மயிர்க்குச்சு போன்ற மின் உமிழ்வு ஏற்படும். இதனையே மகுட ஒளி (corona) என்று சொல்வர். இதனால் மின்னாற்றலிழப்பும், மின்கடத்தும் பொருளழிவும் ஏற்படுகிறது. இவற்றைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு, கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் அளவினை ஒரு வரம்புக்குமேல் அதிகரிக்க முடியாது. கிட்டத்தட்ட 20,000 வோல்ட்டு மின்னழுத்தத்தைச் சில முறைகளுக்குப் பயன்படுத்தினாலும் பொதுவாக வழக்கத்தில் மேற்கொள்ளப்படும் மின்னழுத்த அளவு 600 முதல் 3000 வோல்ட்டு வரை இருக்கும்.

அலைவு எண்ணையும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் கீழ்க்கண்ட காரணங்களினால் நிலைநிறுத்த வேண்டிய அவசியம் ஏற்படுகிறது.

(i) ஒரு தூண்டுமியுடன் (inductance) சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருளினாலான மின் தேக்கியைப் பக்கவாட்டில் இணையாக அமைக்கப்பட்டுள்ள ஒத்ததிர் சுற்றதரினை (resonant circuit) எடுத்துக்கொள்வோம். இந்த அமைப்பின் அளவு எண்ணை அதிகரித்தால், மறிப்பின் (impedance) அளவு குறையும். மின்னூற்று அலைப்பானில் (supply oscillator) இருந்து பெரும மின்திறன் வெளிப்பாடு (maximum power output) கிடைக்க, அலைப்பானின் மறிப்பு, சுமை மறிப்புடன் ஈடு கொடுக்க வேண்டும். ஆகவே, இப்படிப்பட்ட உயர் அலைவெண் கொண்ட அமைப்புக்குத் தனிப்பட்ட ஈடு கொடுக்கும் சுற்றதர் (matching circuit) தேவை.

(ii) இம் முறையில் பயன்படுத்தப்படும் உலோகப் பொருள்களாகிய மின்வாய்களை, நடுவிலேமின்னூற்று வழங்கப்பட்ட திறந்த சுற்றதர் கொண்ட மின் பரப்பும் (open circuited transmission line fed at centre) கம்பிக்கு இணையாகக் கொள்ளலாம். மின் அலையின், அலை நீளம் (wave length) λ எனக் கொண்டால், மின்பரப்புக் கம்பியின் நீளம் (அதாவது இங்கு மின்வாயின் நீளம்), $\frac{\lambda}{4}$-க்குச் சரியிணையாகவோ, அல்லது அதற்கு மேற்பட்டு இருந்தால், அசையாதிருக்கும் அலை (standing wave) ஏற்படும். இப்படிப்பட்ட அலை மின்வாயின் மேற்பரப்பில் மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை உண்டாக்கும். இதனால் சீரான சூடாக்கம் கிடைக்காது. எடுத்துக்

காட்டாக 30 செ.மீ. நீளமும், அனுமதித்திறனின் (permittivity), அளவு 3-ம் கொண்ட ஒரு மின்வாயின் மேற்பரப்பில் மின்னழுத்த வேறுபாடு 10 விழுக்காடுக்கு (percentage) மேலாகாமலிருக்க வேண்டுமானால், கொடுக்கப்படும் அலைவெண் வினாடிக்கு 400 நூறாயிரம் சுற்றுகளுக்கு (40 mega cycles) மேற்படாமலிருக்க வேண்டும். மின்வாய்களின் உருவ அளவு தெரிந்தால் கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டினைக் கொண்டு, பயன்படுத்தப்படும் பெரும அலைவெண்ணைக் கணக்கிடலாம் :

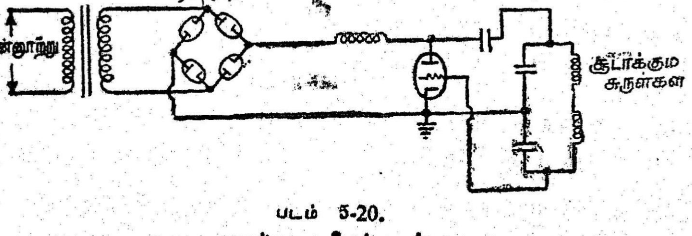
$$f = \frac{18 \cdot 75}{l\sqrt{K_r}}$$ இதில் f என்பது அலைவெண் (அலகு-மில்லியன் சுற்றுகள்/வினாடி

l = மின்வாயின் (electrode) நீளம் (அலகு-மீட்டர்கள்)

K_r = சார்பு ஏற்புக்கெழு.

(iii) சூடாக்கப்படும் பொருளைக் கொண்ட மின்தேக்கியை உயர் அலைவெண்ணில் ஒத்ததிரச் செய்ய வல்ல (reasonate) இனவித்தல் தூண்டுமியைச் (Tuning inductance) செய்வது கடினம். எடுத்துக்காட்டாக, 500 $\mu\mu F$ கொண்ட ஒரு மின்தேக்கியை வினாடிக்கு 400 நூறாயிரம் சுற்றுகளையுடைய அலைவெண்ணில் ஒத்ததிரச் செய்யத் தேவையான இனவித்தல் தூண்டுமியின் அளவு சுமார் 0·15 மைக்ரோஹென்றி (micro henry) ஆகும்.

(iv) தேர்ந்தெடுக்கப்பட வேண்டிய அலைவெண், இருமின்னேற்பியின் இழப்பு கரணியைப் (loss factor) பொறுத்தது. மிகக் குறைந்த இழப்பு கரணியைக் கொண்ட இரு மின்னேற்பிகளுக்கு உயர் அலைவெண்களைப் பயன்படுத்துவர். எனினும், இழப்பு கரணி 0·05-க்குக் குறைவாகக் கொண்ட இரு மின்னேற்பிகளை இம் முறையில் சூடாக்குவது அவ்வளவு சிக்கனமானதாயிருக்காது

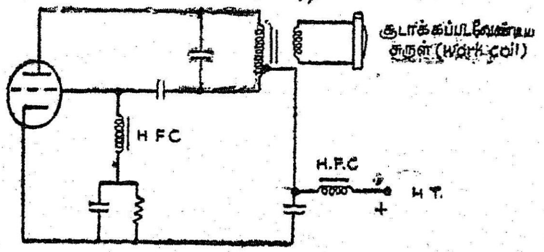


படம் 5-20.
வால்வு அலைப்பான்

மேற்குறிப்பிட்ட காரணங்களினால், இம் முறைக்குப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் அலைவெண் வினாடிக்கு 100 முதல் 400 நூறாயிரம்

சுற்றுகள் வரை இருக்கும். இத்தன்மையான உயர் அலைவெண்ணை வால்வு அலைப்பான் (valve oscillator) மூலம் பெறலாம் (படம் 5-20)

சுழி மின்னோட்டம் (eddy current) இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் போன்றவற்றிற்குப் பயன்படும் அலைப்பான் (oscillator) ஹார்ட்லி (Heartley) அலைப்பானைக் கொண்டும், இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் அல்லது சுழி மின்னோட்டச் சூடாக்கத்தினைப் பெறலாம். (படம் 5-21.)



படம் 5-21.
ஹார்ட்லி அலைப்பான்

இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்திற்குத் தேவையான கருவியின் முதலீடு மிக அதிகமானது. எனவே, மற்ற முறைகளில் சூடாக்க முடியாத பொருள்களைத்தான் இம் முறையைப் பயன்படுத்திச் சூடாக்குவர். அலைப்பான் அதனைச் சார்ந்த துணைத் தொடரமைப்பு கொண்ட ஒரு முழுமையான தொகுப்பின் பயனுறுதிறன் சுமார் 50 விழுக்காடு (Percentage) இருக்கும்.

5-8-2-3. இரு மின்னேற்பியின்போது கவனிக்க வேண்டிய முக்கியமான குறிப்புகள்

(i) மின்னழுத்தச் சரிவு (voltage gradient) அல்லது அலைவெண் ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றினை அதிகரிப்பதன்மூலம், சூடாக்கும் வீதத்தினை அதிகரிக்கலாம். மின்னழுத்தச் சரிவின் அறுதி எல்லை (upper limit) 10^5 வோல்ட்டு/மீட்டர். அதற்கு மேற்பட்டால் மகுட ஒளியிறக்கம் (corona discharge) ஏற்படும். விரைவில் சூடாக்குவதற்கு, மின்னழுத்தச் சரிவினைக் குறைத்து உயர் அலைவெண்ணைப் பயன்படுத்துவர். அலைப்பான் கருவியின் கொள்திறன், அதன் விலை, அலைப்பானைச் சுமையோடு இணைப்பதால் ஏற்படும் இடைஞ்சல் (coupling problems) போன்றவற்றினைப் பொறுத்து அலைவெண் அதிகரிப்பினைக் கட்டுப்படுத்துவர்.

(2) மின் திறன் காரணி (power factor), இரு மின்னேற்புக் கெழு (dielectric constant) போன்றவற்றின் அளவுகள், அலைவெண்ணும் வெப்பநிலையும் மாறினால் மாறுபடும். ஆகவே, இயங்கும் அலைவெண்ணிலும், வெப்பநிலையிலும்தான் மின்திறன் காரணி, இரு மின்னேற்புக்கெழு ஆகியவற்றினை அளக்க வேண்டும்.

(3) சீரான மின்னழுத்தச் சரிவுதான், பொருள்களின் எல்லாப் பகுதிகளுலும் ஒரே அளவாக இருக்கும்படிச் செய்யும். ஆகவே, மின்வாயின் அமைப்பு சீரான மின்னழுத்தச் சரிவு கிடைக்கும்படி இருக்க வேண்டும். மின் வாய்களின் நுனிகளில் உள்ள புலம் சிதைவுறுவதால், பொதுவாக மின்வாய்த் தகட்டுமுனைகளைச் சூடாக்கப்படும் பொருள்களை விட நீளமுள்ளதாய் அமைப்பர்.

(4) சூடாக்கப்படும் பொருள் மின்வாய்த் தகடுகளுடன் இடைவெளியின்றி இருக்கும்படி அமைக்க வேண்டும். மின்வாய்த் தகட்டிற்கும் சூடாக்கப்படும் பொருளுக்கும் இடையே காற்று இடைவெளியிருப்பின் தொடர் மின் தேக்கி (series capacitance) உண்டாகும். ஆகவே, மின் திறன் அடர்த்திச் (power density) சமன்பாட்டில் தவிர்க்க முடியாத பிழை ஏற்படும். ஆகவே, தனிப்பட்ட வடிவங் கொண்ட மின் வாய்களைப் பயன்படுத்தி ஒழுங்கீன மற்ற பொருளுக்குத் தேவையான சீரான வெப்பத்தினைப் பெறலாம்.

5-8-2-4. தூண்டல் சூடாக்கத்திற்கும் இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்திற்கு முள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்

(1) மின்காந்த (Electro magnetic) விளைவினைப் பயன் படுத்தித் தூண்டல் சூடாக்கத்தினைப் பெறலாம். ஆனால், மின் நிலைம விளைவினால் (electro static effect), இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் கிடைக்கும். மின்காந்த விளைவினால், காந்தம் அல்லது காந்த மற்ற பொருள்களில் சுழி மின்னோட்டங்களை (eddy currents) உண்டாக்கலாம். இந்தச் சுழி மின்னோட்டங்கள் பெரும்பாலும் பொருள்களின் வெளிப்புறப் படலங்களிலே சுற்றுவதால் இந்த விளைவைப் புறவிளைவு (skin effect) என்று கூறுவர். இதனால் வெளிப்பகுதிகள் நன்கு சூடாக்கப்படுகின்றன. ஆனால் மின் நிலைம விளைவினால், இரு மின்னேற்பியின் மின் இழப்பால் வெப்பம் ஏற்படுகிறது. அதனால் வெப்பம் பொருள்களின் உட் பகுதிகளில் உண்டாகிறது.

(2) மின் கடத்தும் பொருள்கள் தூண்டல் சூடக்கத்தின் மூலம் சூடு படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், இரு மின்னேற்பிச்

சூடாக்கம் மூலம் அரிதில் கடத்தும் பொருள்களைச் சூடுபடுத்தலாம்.

(3) எலெக்ட்ரானிக் தூண்டல் சூடாக்கம் பொதுவாக விநாடிக்கு 450 ஆயிரம் சுற்றுகள் கொண்ட அலைவெண்ணில் நடைபெறும். ஆனால், இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் விநாடிக்கு 100 முதல் 400 நூறாயிரம் சுற்றுகள் கொண்ட அலைவெண்ணைக் கொண்டது.

(4) தூண்டல் சூடாக்கிகளின் விலையைவிட, இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கிகளின் விலை மிக அதிகமானது.

5-8-2-5. இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்தின் மேன்மைகள்

(1) சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள்களின் எல்லாப்பகுதிகளிலும் வெப்பம் உண்டாவதால், சீரான சூடாக்கம் கிடைக்கிறது. வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம், வெப்பக் கதிர்வீசல் போன்ற வெப்பப் பரவல் முறைகளைக் கொண்டு, வெப்பத்தை அரிதில் கடத்தும் பொருள்களைச் சூடாக்குவது இயலாத காரியம். ஏனெனில், ஒரு பொருளின் வெளிப் பகுதியிலிருந்து அதன் உட்பகுதிக்குப் பொருளினூடே வெப்பம் கடத்தப் படுவதால், வெப்ப நிலைச் சரிவு ஏற்படுகிறது.

(2) இம் முறையில் சூடாக்கும் பொருள்கள் இயல்பாகவே தீப்பற்றி எரியும் தன்மை வாய்ந்தது. ஆகவே, அவற்றைத் தீச்சுடர் கொண்டு சூடாக்க முடியாது.

பயன்கள் : புகையிலை, காகிதம், மரவிழைப்பட்டு (Rayon) போன்றவற்றினை உலர்த்துவதற்கும், தகைவு கடும் - பதப்படுத்துவதற்கும் (stress annealing), நெசவு ஆலையில் கஞ்சியிடப்பட்ட நூலிழைகளை (textile fibres), உலர்த்துவதற்கும், மரக்கட்டைகளைப் பசையிட்டு இணைப்பதற்கும், பாலிவினைல் குளோரைடு (P.V.C) வடங்களைப் பற்ற வைப்பதற்கும் முன்னரே சூடாக்கப்பட்ட இளக்கிகளை இரு மின்னேற்புச் சூட்டால் நிலையாக இறுகி விடும் தன்மையுடையதாக்குவதற்கும் (Pre heat plastic preforms), இளக்கப் பொருள்களை வார்ப்படம் செய்வதற்கும் (moulded plastic products), எலும்பு (bones) உடலில் உள்ள ஆக்க மூலப் பொருள்கள் (tissues) போன்றவற்றைச் சூடுபடுத்துவதற்கும், தானியங்களில் உள்ள நோய் நுண்மங்களை யொழிப்பதற்கும் (sterilisation of cereals) இம் முறையைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் முறையின் பயன்களில் சிலவற்றை விளக்கமாக அடுத்துக் காண்போம்.

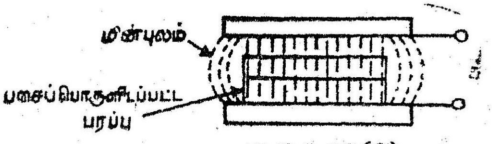
(i) செயற்கைச் சேர்மங்கள் (Synthetic)

சூட்டால் நிலையாக இறுகிவிடும் தன்மையுடைய இளக்கி களுக்கு (thermosetting plastics) குறிப்பிட்ட வெப்பம் தேவைப் படுகிறது. இதனையே இறுக்கமாக்குதல் (curing) என்பர். சூட்டால் இறுகிவிடும் இளக்கிகளின் அச்சுகளை (moulds) தகட்டுப் பாளம் (tablet) அல்லது பிஸ்கட்டு (biscuit) வடிவமாக அமைத்து அதனை நீராவியினுல் சூடுபடுத்தினுல், இந்தத் தகட்டுப் பாளங் களின் வெளிப்புறம் மட்டும் நன்கு சூடாக்கப்பட்டு இறுகிவிடும். ஆனுல், உட்புறப் பாகங்கள் இளக்க நிலைக்கு வெப்பமடையாது போகிறது. மேலும், ஒருமுறை சூடாக்கி இறுகி விட்ட பொருள்களை மீண்டும் இளக்க நிலைக்குக் கொண்டு வருவது கடினம். இளக்கிகள் வெப்பத்தினை அரிதில் கடத்தும் தன்மைவாய்ந்தவை. இதரமுறை யினுல் சூடு படுத்தினுல், சீரான வெப்பம் கிடைக்காது. ஆனுல் இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் மூலம் வெப்பத்தை அரிதில் கடத்தும் பொருள்களின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒரே சீரான வெப்பம் கிடைக்கும்படிச் செய்யலாம். இம் முறை சூடாக்கம் அழுத்தம் கொடுக்கப்பட்ட செயற்கை சேர்மப் பொருள்களுக்குப் (pressed synthetic goods) பயன் படுத்தப் படுகிறது. ரவைக் குண்டுகள் (bullets) வடிவமான செயற்கைச் சேர்மப் பொருள்களை 105°C முதல் 155°C வரை முன்னரே சூடாக்கி, மின் தேக்கித் தகட்டுகளி னிடையே பொருத்திச் சூடாக்குவர். இம் முறையில் தயாரித்தால், உற்பத்தி செய்யும் நேரம் (manufacturing time) குறைவதுடன், உயர் தரம் வாய்ந்த பொருள்களும் கிடைக்கின்றன.

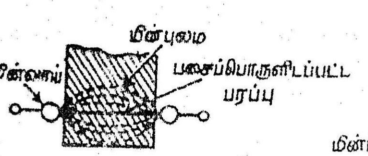
(ii) மரப்பலகை பதனம் செய்யும் தொழிற்சாலைகள்

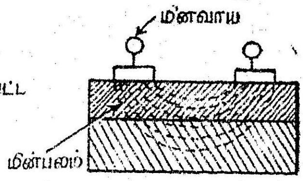
ஒரு மரப் பலகையின் அகலம் அந்த மரத் துண்டின் விட்டத் தைப் பொறுத்திருக்கும். அதிக அகலமுடைய மரப்பலகை வேண்டு மாஞல், இரு மரப்பலகைகளை நெருக்கமாக வைத்து, அதன் ஓரங் களில் திண்ணிய பசைப் பொருளினை இட்டு ஒட்டவைப்பர். விலங்கிலிருந்து எடுத்த பசைப் பொருள்களைப் (animal glues) பயன்படுத்தினுல், பதனிடப்படும் நேரம் (curing time) அதிகமாவ துடன், பசையிட்டு ஒட்ட வேண்டிய பகுதிகளை இறுக்கமாக இணைத்துப் பொறிகளின் உதவியினுல் கிட்டத்தட்ட 24 மணி நேரம் வரை அழுத்திப் பிடிக்க வேண்டும். ஆனுல், இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கும் முறையைப் பயன்படுத்தினுல், பசைப் பொருள் பலகை களை ஒட்டவைத்து இறுக்க நிலையை அடைய எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் ஒரு சில விநாடிகளே. மேலும், அங்ஙனம் இணைக்கப்பட்ட ஒட்டுப் பலகைகள் நீடித்துழைக்கும் தன்மை வாய்ந்தன. பசைப் பொருளின் இழப்பு - காரணி (loss factor) மரப்பலகையின் இழப்பு

கரணியை விட அதிகமானதால், பெரும்பான்மையான வெப்பம் பசைப் பொருளிலே செலுத்தப்படுகிறது. மரப் பலகைகள் குறைந்த சூடாக்கம் பெறுவதால் இவற்றின் ஈர உள்ளடக்கம் (moisture contents) மாறுநிலையில் இருக்கிறது.



படம 5.22(அ)





படம் 5-22 (ஆ) படம் 5-22 (இ)

மின்புலம்

பசையிட்டு ஒட்டுவதற்கான மின்வாய்களை வெவ்வேறு வகைகளின் பயன் படுத்தும் முறைகள் :

படம் 5-22(அ)-ல் மின்புலம் பசைப் பொருளிடப்பட்ட பரப்பிற்குச் (glued surface) செங்குத்தாக உள்ளது.

படம் 5-22 (ஆ)-ல் மின் புலம் பசைப் பொருளிடப்பட்ட பரப்பிற்கு இணையாக உள்ளது.

படம் 5-22 (இ)-ல் மின்புலம் பசைப் பொருளிடப்பட்ட பரப்பில் உள்ளது. மின்வாய்கள் மரப்பலகையின் மேற்பரப்பில் பொருத்தப் பட்டுள்ளது.

உயர் அலைவெண் இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்தின் மூலம் வளைவான வெட்டு வாய்களை உடைய மரப்பலகைகளை (curved wooded section) சிக்கன முறையில் பெறலாம். வானொலி நிலைப் பெட்டிகள் (cabinets), தட்டு முட்டுப் பொருள்கள் (furnitures) ஆகியவற்றைச் செய்யும் இடங்களில் இம் முறையைப் பயன் படுத்தி விளைவான வெட்டு வாய்ப் பகுதிகளைக் கிடைக்கும்படி செய்கின்றனர். அப்படி செய்யப்படும் வளைவான வெட்டுவாய்ப் பகுதிகள் நீடித்திருப்பதுடன் அந்த வளைவும் நிலைத்திருக்கும்.

(iii) எலக்ட்ரானிக் தையற்பொறி (Electronic Sewing machine):

இளக்கியின் மென் தாளினால் (Plastic film) செய்யப்பட்ட குடைகள், நீர்புகா உடுப்பு (rain coat) போன்றவற்றைத் தைக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது. சாதாரண நூலினைக் கொண்டு தைத்தால், தைக்கப்பட்ட பகுதி வலிமையற்றதாயிருக்கும். மேலும், அப் பகுதி நீரிறுக்கமானதாய் (water tight) இராது. அதற்குப் பதிலாக, ஒட்டுப் பசையைப் பயன்படுத்தினால் பசையிட்ட பகுதி இறுக்கமாவதற்கு அதிக நேரமாகிறது. ஆகவே, இளக்கி மென் தாள்களை ஒன்று சேர்த்து இணைக்க வேண்டுமானால் அவற்றைக் குளிர் உருளைகளின் (cold rollers) இடையில் வைத்து உயர் அலைவெண் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்க வேண்டும். இம் முறையில் சூடாக்கினால், இளக்கிகள் நன்கு ஒட்டிக் கொள்கிறது. அதனுடைய வெளிப்புறப் பகுதிகளும் குளிர் உருளைகளால் இளக்க மடையாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

(iv) வார்ப்படச் சாலை உள்ளகத்தைச் சூட்டினால் கெட்டியாக்குதல் (Baking foundry cores)

வார்ப்படச் சாலையின் உள்ளகத்தைச் சூடாக்கிக் கெட்டியாக்குவதற்கும், அச்சுகளை (moulds) உலர்த்துவதற்கும், இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கும் முறையைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

(v) உணவு வகையில் பதனம் செய்தல் :

இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கும் முறை உணவு வகைகளைப் பதப்படுத்துவதற்குப் பெரிதும் உதவுகிறது.

(அ) காப்பிக் கொட்டை வறுத்தல், சாக்லேட் செய்யும் ஆலை ஆகியவற்றில் இச் சூடாக்க முறை மேற்கொள்ளப் படுகிறது.

(ஆ) ஆயிஸ்ட்டிர்ஸ் (oysters) போன்ற கடல் உணவு வகை அவற்றின் வெளிப்புறக் கூட்டினை அகற்றாமல், இம் முறையில் சூடாக்கிச் சமைக்கலாம்.

(இ) பழங்கள், பால், பாலேடு (cream), பச்சைப் பட்டாணி, முட்டைகள் முதலியவற்றை இம் முறையில் உலர்த்த வைக்கலாம்.

(ஈ) குளிரால் இறுகும் உணவுப் பொருள்கள். பழவகைகள் (frozen fruits) முதலியவற்றை இம் முறையால் கெட்டுப் போகாமல் பாதுகாத்து வைக்கலாம்.

(ஊ) உணவுப் பண்டங்களின் நறுமணச்சுவை கெடாமல் பாதுகாப்பதற்கு இம் முறை பயன்படுகிறது.

(ஊ) புழு பூச்சிகளின் முட்டைகள் நம் கண்ணுக்கு தெரியாத அளவுக்கு மிக நுண்ணியதாய் இருக்கும். உணவுத் தானியங்களில் இத்தன்மையான முட்டைகள் ஏராளமாக அடங்கியிருக்கும். பின்பு இவையே புழுவாக வெளிப்படும். இரு மின்னேற்பு சூடாக்கம் முறையில் உயர் மின்னழுத்தத்தைக் கொடுத்துச் சூடு படுத்தினால் இம் முட்டைகள் அழிந்து விடும். தானியங்களில் உள்ள நோய் நுண்மங்களும் அழிந்து போகும்.

எடுத்துக்காட்டுக் கணக்கு 5-10.

மென் தகடுகளாலான (laminated) ஒரு மரப்பலகையின் நீளம் 30 செமீ. அகலம் 15 செமீ. கனம் 2 செமீ. இரு மின்னேற்பி சூடாக்கும் முறையில் 25×10^6 சுற்றுகள்/விநாடி அலைவெண்ணைப் பயன்படுத்தி இப் பலகையின் வெப்ப நிலையை 25°C-லிருந்து 175°C-க்கு 12 நிமிடங்களில் உயர்த்த தேவைப்படும் (i) மின் திறன், (ii) சூடாக்கப்படும் பொருளிடையே கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம், (iii) சூடாக்கப்படும் பொழுது அப் பொருளினூடே பாயும் மின்னோட்டம் ஆகியவற்றினைக் கண்டுபிடி. மரப் பலகையின் வெப்ப அடர்த்தி 0·35 என்றும், அடர்த்தி எண் 0·55 கிராம்/க.செ.மீ. என்றும், சார்பு ஏற்புக்கெழு (relative permitivity) 5 என்றும், மின் திறன் காரணி (Power factor) 0·05 என்றும், இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்தின் பயனுறு திறன் 80% என்றும் கொள்ள.

தீர்வு :

(i) மரப்பலகையின் எடை $= (30 \times 15 \times 2) \times \dfrac{0 \cdot 55}{1000}$

$= 0 \cdot 505$ கிலோ கிராம்

தேவையான வெப்ப ஆற்றல் $= 0 \cdot 505 \times 0 \cdot 35\,(175 - 25)$ கிலோ கலோரி

$= 25 \cdot 5$ கிலோ கலோரி

$\dfrac{25 \cdot 5}{857 \cdot 1} = 0 \cdot 02975$ கிலோவாட் மணி.

சூடாக்கப்பட வேண்டிய நேரம் 12 நிமிடங்களாதலால், தேவையான வெளிப்பாட்டு மின் திறன் (Output power)

$$= \frac{0 \cdot 02975 \times 10^3}{12/60} \text{ வாட்கள்.}$$

$= 148 \cdot 75$ வாட்கள்.

(ii) உள்ளீட்டு மின் திறன் (input power)

$$= \frac{148 \cdot 75}{0 \cdot 8} = 185 \cdot 9 \text{ வாட்}$$

வெற்றிடத்திற்குள்ள இரு மின்னேற்புக்கெழு $K_0 = 8 \cdot 55 \times 10^{-1}$

உலோகக் கடத்தியின் பரப்பளவு $A = 0 \cdot 3 \times 0 \cdot 15$

$= 0 \cdot 045$ ச.மீ.

இரு உலோகக் கடத்திகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி

$\propto = 0 \cdot 02$ மீட்டர்.

சார்பு ஏற்புக் கெழு $Kr = 5$.

மின் தேக்கியின் திறன் $C = \frac{A\, K_0\, K_r}{d}$

$$= \frac{0 \cdot 045 \times 8 \cdot 55 \times 10^{-12} \times 5}{0 \cdot 02} \therefore \text{ பேரெட்}$$

$= 96 \cdot 19 \times 10^{-12} \therefore$ பேரெட்.

$\because \text{Cos}\, \phi = 0 \cdot 05.$

$\phi = 87°8'.$

$\delta = 90 - 87°8' = 2°52'.$

$\text{Tan}\, \delta = 0 \cdot 0501.$

இரு மின்னேற்பியின் இழப்பு $= 2\pi f V^2 \left(\frac{A\, K_0\, K_r}{d}\right) \tan \delta.$

$$185 \cdot 9 = 2 \times 3 \cdot 14 \times 25 \times 10^6 \times V^2 (96 \cdot 19 \times 10^{-12}) \times 0 \cdot 0501$$

$$\because V^2 = \frac{185 \cdot 9 \times 10^{12}}{2 \times 3 \cdot 14 \times 25 \times 10^6 \times 96 \cdot 19 \times 0 \cdot 0501}$$

$= 0 \cdot 246 \times 10^6.$

$V = 496$ வோல்ட்டுகள்.

(iii) $X_c = \frac{1}{2\pi f_c}$

$I_c = \frac{V}{x_c} = V \times 2\pi fc.$

$= 496 \times (2 \times 3{\cdot}14 \times 25 \times 10^6 \times 96{\cdot}19 \times 10^{-12})$

$= 496 \times 0{\cdot}0157.$

$= 7{\cdot}39$ ஆம்பியர்கள்.

$I = \frac{I_c}{\text{Sin } \phi} = \frac{I_c}{\text{Sin } 87°8'} = \frac{7{\cdot}39}{0{\cdot}9987}.$

$= 7{\cdot}399$ ஆம்பியர்கள்.

எடுத்துக்காட்டு 5-11.

0·5 மீ × 2·0 மீ. × 0·02 அளவுள்ள ஒரு மெல்லிய வன் பலகையின் (plywood) சராசரி இழப்பு-கரணி (loss factor) 0·10 ஆகும். இந்த பலகையின் இழப்பு கரணி, நிலையாயிருப்பதாக வைத்துக் கொண்டு அலைவெண் 8×10^6 சுற்றுகள்/வினாடியாகவும் கொடுக்கப்படும். மின் திறன் 8000 வாட்களாகவும் இருக்கும்படி இரு மின்னேற்பி-சூடாக்கம் முறையில் சூடுபடுத்தினால், தேவைப் படும் மின்னழுத்தம் எவ்வளவு? பாதுகாப்புப் பெரும மின்னழுத்தச் சரிவு (voltage gradient) 1500 வோல்ட்டு/செமீ. என்றால், அதே அளவு மின் திறனைப் பெறுவதற்குரிய சிறும அலைவெண்களைக் கண்டுபிடி. மெல்லிய வன்பலகையின் சார்புக் கெழு (Relative permittivity) 5 எனக் கொள்க.

(சென்னை பல்கலைக் கழகம், B.E. மார்ச் 1966)

தீர்வு :

மின் தேக்கியின் திறன் $C = \frac{Ko\ Kr\ A}{d}$

$C = \frac{8{\cdot}85 \times 10^{-12} \times 5\,(0{\cdot}5 \times 2)}{0{\cdot}02}$

$= 2410 \times 10^{-12}$ ∵ பேரெட்.

இழப்பு கரணி $= Kr \text{ Cos } \phi = 0{\cdot}1.$

$\because \text{Cos } \phi = \frac{0{\cdot}1}{5} = 0{\cdot}02.$

$\phi = 88°51.$

$\delta = 90 - 88°51' = 1°9'.$

$\text{Tan } \delta = 0{\cdot}0201.$

மின்னோற்பியின் இழப்பு $= V^2 w \tan\delta$.

$$= V^2 (2\pi \times 8 \times 10^6 \times 1210 \times 10^{-2}) \times 0{\cdot}0201.$$

$$8000 = V^2 \times 0{\cdot}111 \times 0{\cdot}0201.$$

$$8000 = V^2 \times 0{\cdot}002231.$$

$$V^2 = \frac{8000}{0{\cdot}002231} = 3{\cdot}586 \times 10^6.$$

$V = 1893$ வோல்ட்டுகள்.

இம்மின்னோற்பியின் இழப்பு $V^2 f$-க்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே கொடுக்கப்படும் மின் திறனின் அளவு ஒன்றுயிருந்தால் $V^2 f_1 = V_2^2 f_2$ ஆகும்.

$$f_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 f_1$$

$V_1 = 1893$ வோல்ட்டு, $f_1 = 8 \times 10^6$ சுற்றுகள்/வினடி.

$V_2 =$ மின்னழுத்தச் சரிவு $\times$ பலகையின் கனம்.

$= (1500$ வோல்ட்டு/செ.மீ.$) \times 0{\cdot}02 \times 100.$

$= 3000$ வோல்ட்டுகள்.

$$\because f_2 = \left(\frac{1893}{3000}\right)^2 \times 8 \times 10^6.$$

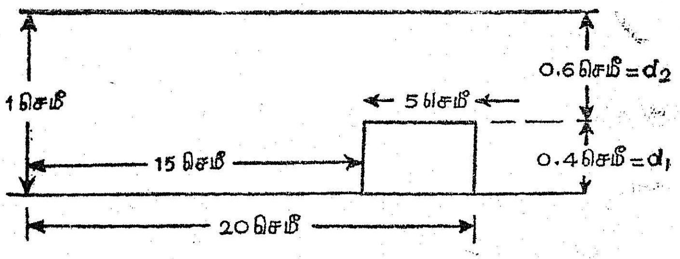
$= 3{\cdot}185 \times 10^6$ சுற்றுகள்/வினடி.

எடுத்துக்காட்டு 5-12.

ஒரு மின் காப்பு மரக்கட்டைத் துண்டின் (insulating Slab) நீளம் 5 செமீ. அகலம் 3 செமீ. கனம் 4 மிமீ. இதனை 20 செமீ. $\times$ 3 செமீ. $\times$ 1 செமீ. அளவுகளுள்ள இரு உலோகக் கடத்திகளுக்கிடையே வைத்து, 30×10^6 சுற்றுகள்/வினடி அலைவெண்ணில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி இரு மின்னோற்பிச் சூடாக்கும் முறையில் சூடுபடுத்தப் படுகிறது. செலவழிக்கப் பட்ட மின்திறன் 400 வாட்களானல், (i) உலோகக் கடத்திகளுக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தம், (ii) சூடாக்கப்படும் பொழுது பாயும் மின்னோட்டத்தின் அளவு ஆகியவற்றினைக் கண்டுபிடி.

மரக்கட்டையின் சார்பு ஏற்புக் கெழு 5, மின்திறன் காரணி 0·04 என்றும் கொள்க.

மின்னழுத்த அளவினை 2000 வோல்ட்டுக்குள் கட்டுப்படுத்த வேண்டுமானல், அழுத்த அளவு இரு மின்னேற்பியின் இழப்பினைப் பெறப் பயன் படுத்தப்படும் அலை வெண்ணைக் கண்டுபிடி.



படம் 5-23 (a)

தீர்வு :

படத்தில் காட்டியபடி மின் தேக்கியின் அமைப்பு இருக்கும். ஆகவே மின் தேக்கியின் மொத்த திறன்

$$C = K_0 \left[\frac{A_1 K}{d} + \frac{A_2}{\left(\frac{d_1}{k_r} + \frac{d_2}{k} \right)} \right] \because \text{பேரெட்கள்.}$$

இதில் $K_0 = 8 \cdot 85 \times 10^{-12}$ (வெற்றிடத்திற்குள் இரு மின்னேற்புக் கெழு).

$A_1 = 3 \times 15 = 45$ ச.செமீ. அல்லது $0 \cdot 00 \times 5$ சமீ.

K = காற்றின் சார்பு ஏற்புக் கெழு = 1.

K_r = காப்புப் பொருளின் சார்பு ஏற்புக் கெழு = 5.

$A_2 = 3 \times 5 = 15$ ச.செமீ. $= 0 \cdot 0015$ ச மீ.

$d_1 = 0 \cdot 4$ செமீ. $= 0 \cdot 004$ மீ.

$d_2 = 0 \cdot 6$ செமீ. $= 0 \cdot 006$ மீ.

$d = 1$ செமீ. $= 0 \cdot 01$ மீ.

$$\because \quad C = 8\cdot85 \times 10^{-12}\left[\frac{0\cdot0045 \times 1}{0\cdot01} + \frac{0\cdot0015}{\left(\frac{0\cdot004}{5} + \frac{0\cdot006}{1}\right)}\right]$$

$$= 8\cdot85 \times 10^{-12}\left[\frac{45}{100} + \frac{15}{65}\right]$$

$$= 8\cdot85 \times 10^{-12}\left[\frac{45 \times 68 + 15 \times 100}{6800}\right]$$

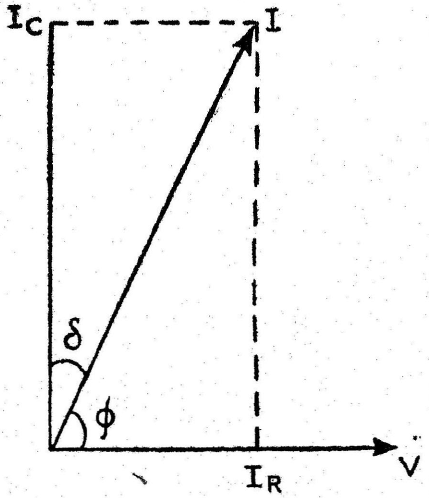
$$= 6\cdot195 \times 10^{-12}.$$

மின் தேக்கியின் எதிர்வினைப்பு $X_c = \frac{1}{2\pi f_c}$.

$$= \frac{1}{2 \times 3\cdot14 \times 30 \times 10^{6} \times 6\cdot195 \times 10^{-12}}$$

$$= \frac{10^{6}}{1089}$$

= 917·9 ஓம்கள்.



படம் 23 (b)

$\because \cos\phi = 0\cdot04.$

$\phi = 87^\circ 42'.$

$\tan\phi = 24\cdot9.$

கசிவுத் தடை $R_1 = X_c \tan\phi.$

$= 917\cdot9 \times 24\cdot9.$

$= 22860$

மின் திறன் $= \frac{V^2}{R_e}.$

$400 = \frac{V^2}{22{,}860}.$

$V^2 = 400 \times 22{,}860.$

$V = 20 \times 151\cdot2$

= 3024 வோல்ட்டுகள்.

இரு மின்னோற்புத்திறன் சமமாய் இருப்பதால்

$$V_1^2 f_1 = V_2^2 f_2.$$

அல்லது $3024^2 \times 30 \times 10^6 = 2000^2 \times f_2$.

$$f_2 = \left(\frac{3024}{1000}\right)^2 \times 30 \times 10^6.$$

$$= 2{\cdot}28 \times 30 \times 10^6.$$

$$= 68{\cdot}58 \times 10^6 \text{ சுற்றுகள்/வினாடி.}$$

5-9. கட்டடச் சூடாக்கம் (Heating of Building)

மனித உடலின் இயல்பான உட்புற வெப்பநிலை 36·9°C (அல்லது 98·4°F) அதன் வெளிப்புற வெப்பநிலை சுமார் 26·67°C (அல்லது 80°F) வேலும் இயல்பான நிலைமைகளில் நமது உடலி லிருந்து ஒரு மணி கால அளவில் வெளிவிடப்படும் வெப்ப அளவு 88,200 கலோரி (100 வாட்கள் முதல் 10800 கலோரி (120 வாட் கள்) வரை இருக்கும். இதில் 45 சதவீதம் வெப்பக் கதிர்வீசல் முறையிலும், 30 சதவீதம் வெப்பச் சலன முறையிலும், மிகுதி 25 சத வீதம் ஆவியாகுதலினாலும் நமது உடலிருந்து வெளிப்படு கிறது. வெப்பக் கதிர்வீசல், வெப்பச் சலனம், ஆவியாகுதல் முதலியவைகளினால் ஏற்படும் வெப்பச்சிதறல். சூழ்ப்புற வெப்ப நிலை, காற்று வெப்பநிலை, ஈரப்பதன் (humidity) ஆகியவைற்றினைப் பொறுத்திருக்கும். ஆகவே, மன அமைதி, வசதி ஆகியவற்றினை அளிக்கக்கூடிய சூழ்நிலையினை உருவாக்குவதில் கருத்து வேறு பாடிருந்தபோதிலும், அறை வெப்பநிலை சுமார் 18·3°C-க்கு இருக் கும்படி சூடாக்கப்படும் அமைப்பு அமைந்திருக்க வேண்டும். உட்புற நிலைமைக்கும் வெளிப்புற நிலைமைக்குமுள்ள வெப்பநிலை வேறுபாடு 8—11°C-க்கு மிகுந்திருந்தால், நமன மனஉலைவு (discomfort), அமைதி குலைவு (uneasiness) ஏற்படும். மேற்குறிப் பிட்ட காரணங்களை மனத்திற் கொண்டு, கீழ்க்கண்ட முறைகளில் கட்டடச் சூடாக்கம் பெறப்படுகிறது:

(அ) உயர் வெப்பநிலைக் கதிர்வீசிகள் (High temperature radiators): இவை அணியலங்காரம் செய்யப் பயன்படும் பீங்கான் சட்டத்தின்மேல் சுற்றப்பட்ட உயர் மின்தடைத் தனிமங் களினால் ஆனவை. மின்தருவியுடன் இவற்றினை இணைத்தால், தனிமங்கள் சூடாக்கப்பட்டுச் செந்தழல் வெப்பநிலையினை (சுமார் 900°C) அடைகின்றன. இந்த வெப்ப அளவில் சுமார் 60 சதவீதம் வெப்பக் கதிர்வீசல் முறையிலும், எஞ்சிய வெப்பம் வெப்பச் சலன முறையிலும் பரவுகிறது. இந்த வகைக் கதிர்வீசிகள் வெளியே எடுத்துச் செல்லத்தக்கதாகவும், எளிமையான கட்டமைப்பு

வாய்ந்ததாகவும் இருக்கின்றன. இவற்றின்மூலம் கிடைக்கும் வெப்பம் குறிப்பிட்ட இட எல்லைக்குட்படுத்தப்படுவதால் (localised intermittent heat) தேவைப்படும் இடங்களில் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தலைமிசைக் கதிர்வீசிகள் (overhead radiators) சமுதாய மையம் (community centre), சமூகச் சங்கம் (social club) போன்ற இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒரு கன சதுர மீட்டர் நிரப்பிடமுள்ள அறைக்கு 50 வாட்கள் கொண்ட மின்சுமை போதுமானது. மிகப் பெரிய அறைக்கு, உயர் மின்திறன் கொண்ட ஒரே ஒரு கதிர்வீசியினைப் பயன்படுத்துவதை விட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சிறிய மின்திறன் கொண்ட கதிர்வீசிகளைப் பரவலாக அமைத்துப் பயன்படுத்துவது நல்லது. இங்ஙனம் செய்வதால் சீரான வெப்பப்பரவல் கிடைக்கும்

(ஆ) குறை வெப்பநிலை உகைப்பிகள் (Low temperature convectors) : வெப்ப இயக்கம் தொடர்ச்சியாக இருக்கும்படி அமைக்கப்படும் அறைகளுக்கு, வெப்பச் சலனம் அல்லது உகைப்பியின்மூலம் கிடைக்கும் குறை வெப்பநிலை சூடாக்கம் சிறந்தது. இந்தச் சூடாக்கிகளிலுள்ள தனிமங்கள் குறை வெப்ப நிலைகளாகிய 150°F முதல் 200°F வரையில் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. மொத்த வெப்ப அளவில் சுமார் 90 சத வீதம் வெப்பச் லனச முறையில் கிடைக்கிறது. இந்த அமைப்பில் பெருவாரியாகப் பயன்படுத்தப்படுவது குழல் சூடாக்கி (tubular heater) வகையாகும். இந்தச் சூடாக்கி கரியம் குறைவாக உள்ள கெட்டி எஃகுக் கம்பியிலிருந்து இழுக்கப்பட்ட குழாயினுல் (solid drawn mild steel tube) ஆனது. இக் குழாயின் விட்டம் 5 செமீ. நீளம் 1 மீட்டரிலிருந்து 5 மீட்டர் வரை வேறுபட்டிருக்கும் இந்த எஃகுக் குழாயினுள் சுருள் வட்ட வடிவில் மின்தடைக் கம்பி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மேற்பரப்பின் வெளிப்புற வெப்பநிலை சுமார் 100°C இயல்பான மின்சுமை அளவு 200 வாட்கள்/மீட்டர். இந்தக் குழாய்கள் தரை மட்டத்திலிருந்து சில செமீ. உயத்தில் பரவலாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இந்தக் குழாய்ச் சூடாக்கிகளைப் பொருத்தப்படும் விலை மலிவானது. மேலும், இத்தகைய அமைப்பு எளிதானது.

(இ) பொட்டிப்புச் சூடாக்கம் (Panel heating) : இந்த வகைச் சூடாக்க அமைப்பில், உட்கூரை, அறைச் சுவர்கள் போன்றவை தீக்களிமண் (fire clay) அல்லது வேறு சில வெப்பத்தடை பொருள்களால் (heat resisting materials) ஆன நீண்ட பொட்டிப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்தடைத் தனிமங்கள் இந்த பொட்டிப்புகளில் பதித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. பதித்து வைக்கப்

பட்ட பொட்டிப்புகளின் இயக்க வெப்பநிலை 25 முதல் 40°C வரை இருக்கும். மின்சுமை அளவு 200 முதல் 300 வாட்கள்/சதுர மீட்டர். மின்தடைத் தனிமங்கள் பதித்து வைக்கப்படாத பொட்டிப்புகள், அறையின் உட்கூரை சுவர்கள் ஆகியவற்றுடன் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். பதிக்கப் பெருத பொட்டிப்புகளின் இயக்க வெப்பநிலை 40°C முதல் 290°C வரை இருக்கும் மின்சுமை 400 முதல் 6000 வாட்கள்/சதுர மீட்டர் வரை உள்ளது. இம் முறையினுல் ஒரே சீரான வெப்பப் பரவல் கிடைப்பதுடன்,. அணியலங்காரமுடைய சுவர்களைக் கொண்ட கட்டடத்தினைச் சூடாக்க இம் முறை சிறந்தது.

(ஈ) வெப்பத் தேக்கம் (Thermal storage): இந்த முறையில் சூடான நீர் கட்டடம் முழுவதிலும் பரவலாக வைக்கப்பட்டுள்ள கதிர்வீசிகள் (radiators) அல்லது சூடாக்கும் குழாய்களின் (heating pipes) மூலம் சுற்றியோடுகிறது. நீர்த்தேக்கும் தொட்டியில் உள்ள நீர, அமிழ்நீர் சூடேற்றிகள் (immersion-heaters) அல்லது மின்வாய்க் கொதிகலங்கள் (electrode boilers) மூலம் சூடாக்கப்படுகிறது. இந்த வகைச் சூடாக்கியில் நீர் வெப்பத்தேக்கத் தனிமமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நீரின் வெப்ப எண் அதிகமாயிருப்பதால், நீர் போதுமான வெப்பத்தினைத் தேக்கி வைக்க முடிகிறது. இதனுல் மின்திறன் முழு உச்ச நிலையில் (full peak power period) இருக்கும் கால அளவில், நேர இணைப்பியின் (time switch) மூலம் மின்னேட்டத்தினை நிறுத்தியும், மின்திறன் மிகக் குறைவாக இருக்கும் (off peak power period) கால அளவில் மின்னேட்டத்தினைச் செலுத்தியும், வேண்டிய வெப்பம் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. மேலும் மின்திறன் மிகக் குறைவாயிருக்கும் இரவு நேரங்களில், மின்திறனைப் பயன்படுத்தினுல், மின்வசதி அளிக்கும் அதிகாரிகளால் மலிவான கட்டணத்தில் (cheap tariff) மின்திறன் வழங்கப்படும். ஆகவே, மலிவானக் கட்டணச் சலுகையின் முழு பயனையுமடையலாம். 500 கிலோ வாட்கள் மின்சுமை வரை அமிழ்நீர் சூடேற்றிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அதற்கு மேற்பட்ட மின்சுமைக்கு மூவுந்தி, மின்வாய் மின்கலங்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டு 5-13.

7 மீ × 5 மீ × 4 மீ அளவுகளுள்ள ஓர் அறையினைச் சூடுபடுத்த வேண்டும். சூட்செலுத்தப்படும் காற்றின் வெப்பநிலையினை விட 10°C அதிகமாக இருக்கும்படி அறையின் வெப்பநிலையினை நிறுநிறுத்த வேண்டும். 30 நிமிடங்களுக்கு ஒருமுறை காற்றினைப்

புதுப்பிக்கப்பட வேண்டுமென்றால், தேவைப்படும் மின்முறைச் சூடாக்கியின் திட்டவரை அளவினைக் கணக்கிடுக. அறையின் சுவர்கள் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு 150 கிலோ கலோரி/°செ/மணி. காற்றின் அடர்த்தி எண் 1·27 கிலோ கிராம்/கனமீட்டர் எனவும், வெப்ப எண் (specific heat) 0·24 எனவும் கொள்க.

தீர்வு :

30 நிமிடங்களுக்குத் தேவைப்படும் காற்றின் எடை

= அறையின் கனஅளவு × காற்றின் அடர்த்தியின்

$= 7 \times 5 \times 4 \times 1{\cdot}27$

= 177·8 கிலோ கிராம்

∴ ஒரு மணி கால அளவிற்குத் தேவைப்படும்

காற்றின் எடை $= 177{\cdot}8 \times \frac{60}{30}$

= 355·6 கிலோ கிராம்/மணி.

காற்றின் வெப்பநிலையினை அதிகரிக்கத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் $= 355{\cdot}6 \times 0{\cdot}24 \times 10$

= 853·44 கிலோ கலோரி

ஒரு மணி நேரத்தில், அறையின் சுவர்கள் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் வெப்ப ஆற்றல் இழப்பு = 150 = × 10 × 1

= 1500 கிலோரி

∴ ஒரு மணி நேரத்திற்குத் தேவைப்படும் மொத்த வெப்ப ஆற்றல் = 853·44 + 1500

= 2353·44 கிலோ கலோரி

862 கிலோ கலோரி = 1 கிலோ வாட் மணி

ஒரு மணி நேரத்திற்குத் தேவைப்படும் மின்னாற்றலின்

அளவு $= \frac{2353{\cdot}44}{862}$ கிலோ வாட்மணி

= 2·73 கிலோ வாட் மணி

∵ மின்முறை சூடாக்கியின் மின்திறன் அளவு

$$= \frac{2 \cdot 73}{1} \text{ கிலோ வாட்கள்}$$

$$= 2 \cdot 73 \text{ கிலோ வாட்கள்}$$

5-10. காற்றுப்பதனுக்கம் (Air conditioning)

காற்றுப்பதனுக்கம் என்பது என்னவெனில், விரும்பிய அளவிற்கேற்ப வெப்பம், ஈரம், தூய்மை உடையதாகக் கருதப் பட்ட காற்றினை, மூடிய அறையினுக்குள்ளே சுற்றியோடும்படிச் செய்யும் ஓர் அமைப்பாகும். கோடைகாலத்தில் காற்றுப் பதனுக்கம் குளிர்ச்சியாகவும், பனிக்காலத்தில் வெது வெதுப்பாகவும் எவ்வித மன உலைவின்றி அமைதி வழங்கும் தன்மையுடையதா யிருக்கும். காற்றுப் பதனுக்கம் செய்யப்பட்ட அறைகளில் அமைந் துள்ள நுண்ணிய கருவிகள் இடையூறின்றி இயங்கவும், தொழிற் சாலை, செய்தொழில் துறை ஆகியவைகள் இனிது இயங்கவும் முடிகிறது. எனவே, காற்றுப் பதனுக்க அமைப்பினைப் பொருத்து வதன் மூலம், நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றின் வெப்பநிலையினைக் கட்டுப்படுத்துவதுடன், ஈரப் பதனுக்கத்தினையும் (humidity) கட்டுப்படுத்தி, காற்றினையும் தூய்மையுடையதாக்குகிறது. ஊறு விளைவிக்கும் அல்லது நச்சுத்தன்மை வாந்த வாயுக்கள் ஏதேனும் காற்றுடன் கலந்திருந்தால், முதலில் அவற்றை முன்கூட்டியே காற்றினின்று அகற்றிப் பதனுக்கப்பட்டபின், கட்டடத்தின் உட் புறப் பகுதி முழுவதிலும் நன்ருகச் சுற்றியோடும்படி செய்யப்படு கிறது. இந்தக் காற்றுச் சுற்ரேட்டம் இயல்பாகவோ அல்லது மோட்டாரினுல் இயங்கப்படும் மின் விசிறியின் மூலமாகவே நிகழும். ஒடுக்கிகளைக் (dampers) கொண்டோ அல்லது வேகமாறு பாடுடைய மோட்டாரினைக் கொண்டோ வேண்டிய அளவு கட்டுப் படுத்தப்பட்ட காற்றினைப் பெறலாம்.

கோடைக்காலத்தில், கீழ்க்கண்ட வெவ்வேறு முறைகளில் காற்றினைக் குளிரவைக்க முடிகிறது.

(i) குளிர்ச்சியான நீர்ச் சுற்ரேட்டம்.

(ii) நீரைப் பயன்படுத்தி ஆவியாக்கும் முறை.

(iii) பனிக் கட்டியினுல் குளிர்ச்சி உண்டுபண்ணும் முறை.

(iv) வெப்பம் உறிஞ்சும் தத்துவத்தினைக் கொண்டு அமைக்கப் படும் முறை.

(v) நெருக்கி அழுத்தி (compressor), ஆவியாக்கும் சாதனம் (evaporator), தகுதி வாய்ந்த குளிர்ப்பதனப்படுத்தும் பொருள் (refrigerant) ஆகியவற்றினைக் கொண்டு அமைக்கப்படும் அமைப்பே ஆவி நெருக்கி அழுத்தும் முறை (vapour compressor system). இந்த முறையே பெரும்பாலும் எல்லா இடங்களிலும் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகிறது. இந்த முறையினைப் பயன்படுத்திக் கீழ்க்கண்ட மூன்று காற்றுப்பதனுக்க அமைப்புகளைப் பெறலாம்.

(அ) தனிப்பட்ட சன்னல் வகை அல்லது தரை பொருத்திச் சிப்ப வகைக் (floor mounted package type) காற்றுப்பதனுக்கம்.

(ஆ) கட்டடத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளில் பொருத்தப் பட்டுள்ள குளிர்ப்பதனப் பெட்டிகளுடன் சேர்த்து அமைக்கப்பட்ட தண்மைநீர் அடங்கிய மையச் சாதனம் (central plant).

(இ) கட்டடத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு, குளிர்ந்த காற்றினை எடுத்துச் செல்லும் புழை அமைப்பு (ducting system) கொண்ட மையச் சாதனம்.

குளிர்காலத்தில் பதனுக்கப்பட்ட காற்று கீழ்க்கண்ட முறை களில் வெது வெதுப்பாக்கப்படுகிறது :

(i) மின்முறைச் சூடாக்கிகள்.

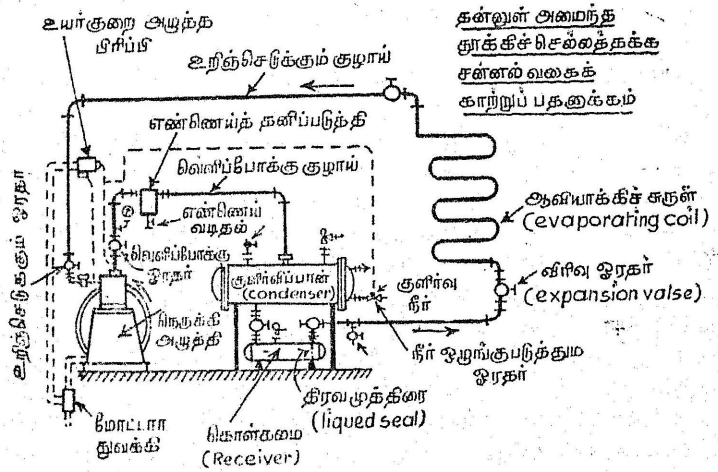
(ii) மின்பொறி வெப்ப இறைப்பிகள்.

(iii) வீணாக்கப்படும் முறையில் இயங்கும் வெப்பப் பரிமாற்றி கள் (heat exchangers).

காற்றுப்பதனுக்கப்பட்ட அறையினுள்ள காற்று ஒரு மணி கால அளவில் ஒருதடவைக்கு மேலும், அல்லது குறைந்தது மூன்று தடவைகளிலாகிலும் காற்று மாற்றம் முழுமையாகச் செய்யப்படவேண்டும். இந்த அறையிலுள்ள சார்பு ஈரப்பதன் (relative humidity) சுமார் 50 சதவீதமாவது இருக்கவேண்டும். இங்ஙனம் செய்வதால், மன அமைதி பெறுவதுடன் இன்பநலமும் கிட்டுகிறது. மேலும், உடலிலிருந்து வெளிப்படும் மிகை ஆவியாக்கம் தவிர்க்கப்படுகிறது.

தன்னுள் அமைந்ததும் தூக்கிச் செல்லத்தக்கதுமான சன்னல் வகைக் காற்றுப்பதனுக்கக் கருவி (self contained portable window type air conditioning unit) ஒன்று படம் 5-24-ல்

காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் பயன்படுத்தப்படும் குளிர்ப்பதனப் படுத்தும் பொருள் பிரியான் (freon), அம்மோனியா (ammonia) போன்றவை. இந்த பொருள்கள் நிலேயற்ற தன்மையுடையவை. அதாவது இவை எளிதில் ஆவியாகும் தன்மையினேயும் உறையுந் தன்மையினேயும் பெற்றுள்ளன. பிரியான் (freon)



படம் 5-24.

சன்னல் வகைக் காற்றுப் பதனுக்கக் கருவி

என்னும் குளிர்ப்பதனப்படுத்தும் பொருள் ஈர ஆவிநிலேயில் (wet vapour), ஆவியாக்கியில் (evaporator) உள்ள குழாய்களினுட் செலுத்தப்படுகிறது. காற்று அறை வெப்பநிலேயில் இந்த ஆவியாக்கியினுள் (evaporator) நுழைகிறது. அப்பொழுது காற்றிலுள்ள வெப்பம் ஈர ஆவியினுல் கிரகிக்கப்பட்டு, இந்தக் காற்றினேக் குளிர்ச்சியடையச் செய்வதுடன், வெப்பத்தினே ஏற்றுக் கொண்ட ஈர ஆவியாகிய பிரியான் (freon) ஆவியாகிறது. இங்ஙனம் குளிர்ச்சியாக்கப்பட்ட காற்றினே அறை முழுவதிலும் சுற்றி யோடும்படி செய்யப்படுகிறது. குளிர்ப்பதனப்படுத்தும் பொருள் (refrigerant), கீழ்க்குறிப்பிட்டுள்ள வெவ்வேறு செய்கைகளினுல் திரவ நிலேயிலிருந்து ஆவிநிலேக்கு மாற்றமடைகிறது.

நெருக்கி அழுத்தி (compressor), உறிஞ்செடுக்கும் குழாய் (suction pipe) மூலம் குளிர்ப்பதனப்படுத்தும் பொருளினே ஆவி நிலேயில் ஏற்றுக்கொள்கிறது. நெருக்கி அழுத்தியின் சுழலியினே இடஞ்சுழியாகச் சுழற்றும்பொழுது, சுழலிக்கும், நெருக்கி அழுத்தி

யின் உட்பிரிவுக்கும் (compressor chamber) இடையேயுள்ள இடைவெளி குறைந்துகொண்டே வந்து இறுதியில் வெளிப்போக்குக் குழாய் வழியாக உயர் அழுத்தத்தில் வெளியேற்றப்படுகிறது. நெருக்கி அழுத்தி ஓய்வு நிலையிலிருக்கும்பொழுது, இந்த உயர் அழுத்தமுள்ள ஆவி கசிந்து ஆவியாக்கியினுள் செல்லாதவாறு தடுப்பதற்குச் சரிபார்க்கும்—ஓரதரினை (check valve) இந்த வெளிப்போக்குக் குழாயில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

பிறகு இந்த உயர் அழுத்த ஆவி, உயர் வெப்பநிலையில் குளிர்விப்பான் (condenser) வழியாகச் செல்கிறது. மின்விசிறியின் மூலம் குளிர்ந்த காற்று குளிர்விப்பானின்மீது வீசப்படுகிறது. இந்தக் குளிர்விப்பு, சிறிய அளவு கொண்ட அமைப்புகளில் இயற்கையாகவும், பெரிய அளவு கொண்ட அமைப்புகளில் குளிர்ந்த நீரினைப் பயன்படுத்தியும் நிகழ்கிறது. உயர் அழுத்த ஆவியில் உள்ள வெப்பத்தினைக் குளிர்விப்பான் (condenser) கிரகித்துக்கொண்டு இந்த ஆவியினை, உயர் அழுத்த திரவநிலைக்கு மாற்றுகிறது. இப்படிக் கிடைத்த உயர் அழுத்த திரவத்தினை விரிவு-ஓரதர் (expansion valve) மூலம் விரிவடையும்படி செய்யப்படுகிறது. இங்ஙனம் உயர் அழுத்தத் திரவம் விரிவாக்கப்படுவதால், திரவத்தின் அழுத்தம் குறைந்து அத் திரவம் குறை வெப்பநிலையில் ஈர ஆவியாக மாறுகிறது. பிறகு இந்த ஈர ஆவியினை ஆவியாக்கிச் சுருள்கள் (evaporator coils) வழியாகச் செலுத்துவதால், ஈர ஆவி அதன் உள்ளறை வெப்பத்தினைச் சுற்றுப்புறத்தில் உள்ள காற்றின் வெப்பநிலையிலிருந்து உட்கிரகித்துக் கொண்டு உலர்ந்த தெவிட்டிய நிலை ஆவியாக (dry saturated vapour) மாறுகிறது. இங்ஙனம் நிகழும்பொழுது அறை குளிர்ச்சியடைகிறது. ஆவியாக்கியில் (evaporator) நிலையான அழுத்தத்தினைப் பெற, தானாகவே இயங்கும்-வெப்பநிலைப்பி-விரிவு ஓரதரினைப் (automatic thermostatic expansion valve) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேற்குறிப்பிட்ட காற்றுப் பதனக்கத்தினைப் பயன்படுத்தி அறைக் காற்றின் வெப்பநிலையினை விருப்பமான அளவுக்குக் குறைத்துக் கட்டுப்படுத்திக் கொள்ளலாம். அதேபோல் இந்தக் காற்றுப்பதனக்கியில் இயல்பாக நிகழும் சுழற்சிக்கு எதிரிடையாக இயங்கும்படி அமைப்பதன் மூலம், அறையின் வெப்ப நிலையினைக் குளிர்காலத்தில் தேவைப்படும் அளவுக்கு உயர்த்தி வைக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 5-14.

2000 கன சதுர மீட்டர் காற்றினை ஒரு மணி கால அளவில் 10° செ. முதல் 20° செ. வரையிலுள்ள வெப்பநிலைக்கு உயர்த்திப்

பதனிடப்பட வேண்டும். மேலும், இந்தக் காற்றின் ஈரப்பதனைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஒரு மணி கால அளவில் 1000 கன சதுர மீட்டர் காற்றில் உள்ள 4·5 கிலோ கிராம் ஈரத்தினை ஆவியாக்க வேண்டும். காற்றின் அடர்த்தி 1·27 கிலோ கிராம்/மீட்டர்^{3}. காற்றின் வெப்ப எண் 0·24. ஆவியாகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் 580 கிலோ கலோரி/கிலோ கிராம் என்றால், தேவைப்படும் மின் திறன் அளவினைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு :

ஒரு மணி கால அளவில் பதனிடப்பட வேண்டிய காற்றின் எடை = கன அளவு × அடர்த்தி

= 2000 × 1·27

= 2540 கிலோ கிராம்.

காற்றின் வெப்ப நிலையினை உயர்த்துவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல் = எடை (கிலோகிராம்) × வெப்ப எண் × $(T_2 - T_1)$

= 2540 × 0·24 (20 – 10)

= 6098 கிலோ கலோரி

2000 கன மீட்டர் காற்றில் உள்ள ஈரம்

$$\frac{2000}{1000} = \times 4{\cdot}5 = 9$$ கிலோ கிராம்.

ஈரத்தினை ஆவியாக்குவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்ப ஆற்றல்

= 9 × 580

= 5220 கிலோ கலோரி.

∵ ஒரு மணி கால அளவில் தேவைப்படும் மொத்த வெப்பம்.

= 6098 + 5220

= 12,318 கிலோ கலோரி

862 கிலோ கலோரி = 1 கிலோ வாட்மணி.

ஆகவே ஒரு மணி கால அளவில் தேவைப்படும் மின்னாற்றலளவு,

$$= \frac{12318}{862} = 14\ 29$$ கிலோ வாட் மணி.

∵ தேவைப்படும் மின் திறன் $= \frac{14{\cdot}29}{1}$

= 14·29 கிலோ கிராம்.

5-11. வினாக்கள்

(1) திட, திரவ, வாயுபோன்ற எரிபொருள்களினால் கிடைக்கும் சூடாக்கத்தினைவிட, மின்முறைச் சூடாக்கம் எவ் வகைகளில் மேம்பாடுடையது?

(2) வெப்பம் பரவுதலின் வெவ்வேறு முறைகளைப் பற்றி விளக்கிக் கூறுக.

(3) மின்முறைச் சூடாக்கத்தின் வெவ்வேறு வகைகளைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறி அவை எங்கெங்குப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன என்பதனை விவரிக்கவும்.

(4) சூடாக்கும் தனிமங்களின் பண்புகளைப் பற்றி விரிவாகக் கூறுக.

(5) வெவ்வேறு வகையான மின்உலைகளைப் பற்றி விளக்கமாக விவரிக்கவும்.

(6) ஏதேனும் ஒருவகை மின்உலையின் படம் வரைந்து அதன் அமைப்பு, அது வேலை செய்யும் விதம் ஆகியவற்றைப் பற்றி விளக்கமாக எழுதுக.

(7) மின்தடை சூடாக்கத்திற்கு வேண்டிய சூடாக்கும் தனிமத்தின் உரு அளவினை எப்படிக் கணக்கிடலாம்?

(8) மின்தடை அடுப்புகளில் ஏதேனும் ஒருவகை அமைப்பினைப் பற்றிப் படம் வரைந்து விளக்குக. அத்தகைய தடை உலைகளில் உள்ள வெப்பத்தினை எப்படிக் கட்டுப்படுத்தலாம் என்பதனை விவரிக்கவும்.

(9) மின்தடை உலைகளின் வெவ்வேறு வகைகளைப் பற்றி சிறு குறிப்பு எழுதுக.

(10) தூண்டல் சூடாக்கத்தின் தத்துவத்தை விளக்கிக் கூறி, அம் முறைச் சூடாக்கம் எங்கெங்குப் பயன்படுகின்றது என்பதனைக் குறிப்பிடுக.

(11) தூண்டல் உலையின் அமைப்பு, அது வேலை செய்யும் விதம் ஆகியவற்றைப் பற்றி விவரிக்கவும்.

(12) தூண்டல் உலைகளின் வெவ்வேறு வகைகள் யாவை? ஏதேனும் ஒருவகை உலை அமைப்பின் படம் வரைந்து அது வேலை செய்யும் விதத்தைப் பற்றி விவரிக்கவும்.

(13) அஜக்ஸ் வியட் உலையின் தத்துவத்தை விளக்கி அதன் அமைப்பு, அது வேலை செய்யும் விதம் ஆகியவற்றைப் பற்றி விளக்குக.

(14) முனைமுறி விளைவு (pinch effect) என்றால் என்ன? அஜக்ஸ் வியட் உலையில் இந்த விளைவு எவ்வாறு தயாரிக்கப் படுகிறது?

(15) உள்ளக மின்உலை, உள்ளகமற்ற மின்உலை ஆகியவைக் குள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகள் யாவை?

(16) உள்ளக மற்ற மின்உலையின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து, அது வேலை செய்யும் விதத்தை விவரிக்கவும். இத்தகைய அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் அலைவெண்ணைத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறையில் அமைந்த காரணக் கூறுகள் யாவை?

(17) மின்வில் உலைகளை எங்கெங்கே பயன்படுத்தலாம் என்பதனைத் தகுந்த காரணங்களுடன் குறிப்பிடுக.

(18) மின்வில் உலைகளின் வெவ்வேறு வகைகளைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுதுக.

(19) இரும்புக் கலவைகளை உற்பத்திச் செய்வதற்கான ஒரு மின்வில் உலையின் அமைப்பினைப் பற்றிப் படம் வரைந்து விளக்குக. இதற்குத் தேவையான மின்திறன் அமைப்பினைப் பற்றியும் சுருக்கமாகக் கூறுக. இந்த உலையின் வெப்பநிலையை எப்படிக் கட்டுப்படுத்தலாம்?

(20) காரீய மின்வாய்கள், கரிமின்வாய்களைவிட எந்தெந்த வகைகளில் சிறந்தவை?

(21) நேரடி மின்வில் உலைக்கும், மறைமுக மின்வில் உலைக்கும் உள்ள நிறைகளும் குறைகளும் யாவை?

(22) வீசுகதிர் சூடாக்கத்தின் மேன்மைகளைப் பற்றிக் கூறுக. இம் முறைச் சூடாக்கம் எங்கே பயன்படுத்தப்படுகிறது?

(23) உயர் அலைவெண் சுழி மின்னோட்டச் சூடாக்கத்தைப் பற்றி நீ அறிந்துகொண்டது என்ன? உயர் அலைவெண் கிடைக்கும் முறைகள் யாவை?

(24) சுழி மின்னோட்டச் சூடாக்கத்தின் அடிப்படைத் தத்துவம் என்ன? இம் முறைச் சூடாக்கம் எங்கெங்கே பயன்படுத்தப் படுகின்றது?

(25) வானொலி அலைவெண் சூடாக்கம் என்றால் என்ன? இந்த வானொலி அலைவெண் மின்தருவியை எப்படிப் பெறலாம்? இதில் பயன்படுத்தப்படும் அலைவெண்ணைத் தேர்ந்தெடுபபதற்கான நிபந்தனைகள் யாவை?

(26) இரு மின்னேற்பி இழப்புக்கான காரணக்கூறுகள் யாவை?

(27) இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்தின் மேன்மைகள் யாவை?

(28) இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்தின் சிறப்புப் பயன்கள் யாவை?

(29) இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்திற்கான மின்னழுத்தம், அலைவெண் ஆகியவைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதின் வரம்புகளைக் கூறி விளக்குக.

(30) தூண்டல் சூடாக்கத்திற்கும், இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கத்திற்குமுள்ள ஒற்றுமைகளைக் கூறுக. இவற்றிற்க்கான உயர் அலைவெண்ணைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் ஒரு வரம்புக்குட்படுத்த வேண்டியதின் காரணக்கூறுகள் யாவை?

(31) கட்டடச் சூடாக்கத்தின் அவசியமென்ன? இச் சூடாக்கத்தினைப் பெறும் வெவ்வேறு முறைகளைப் பற்றி விரிவாக விளக்கிக் கூறுக.

(32) காற்றுப்பதனாக்கம் என்றால் என்ன? தன்னுள் அமைந்ததும், தூக்கிச் செல்லத்தக்கதுமான சன்னல் வகைக் காற்றுப் பதனாக்கக் கருவி ஒன்றின் படம் வரைந்து, அது வேலை செய்யும் விதத்தினை விளக்குக. இந்தப் பதனாக்கியைப் பராமரிப்பதற்காக எடுத்துக்கொள்ளப்படும் முன்னெச்சரிக்கையான நடவடிக்கைகள் யாவை?

5-12. பயிற்சிகள்

(1) 15 கிலோ வாட்டும், 320 வோல்ட்டும் கொண்ட ஒற்றை நிலை மின் தடை அடுப்பில் பயன் படுத்தப்படும் சூடாக்கும் தனிமங்களின் குறுக்களவு வட்ட வடிமான நிக்கல் குரோமியக் கம்பியால் ஆனது. கம்பியின் வெப்பநிலை 1000°C-க்கு மிகாமலும் சூடாக்க வேண்டிய பொருளின் வெப்பநிலை 600°C ஆக இருக்கும்படி செய்தால், கம்பியின் நீளத்தினையும், அதன் விட்டத்தினையும் கண்டுபிடி. நிக்கல் குரோமியக் கம்பியின் தன் தடை எண் $P = 1{\cdot}016$ ஓம் மீட்டர். கதிர் வீச்சுப் பயனுறுதிறன் $= 0{\cdot}6$ சூடாக்கும் பொருளின் குளிர்நதிருக்கும் போது உள்ள வெப்ப நிலை 20°C ஆனல், கப்பியின் வெப்ப நிலையைக் கண்டுபிடி.

[விடை : $l = 24{\cdot}24$ செ.மீ., $d = 0{\cdot}312$ செ.மீ. $T_1 = 920°C$]

(2) பயிற்சி 1-ல் பயன் படுத்தப்பட்ட நிக்கல் குரோமியக் கம்பியின் குறுக்களவு வட்ட வடிவமாக, இராது, 0·25 மி.மீ. கனமுள்ள செவ்வகத் தகட்டினுல் ஆனதாயிருந்தால், அதன் நீளம் அகலம் என்ன ?

(3) 80 ஓம்கள் மின் தடையுள்ள ஆறு சூடாக்கும் தனிமங்களை தடை மின்னுலையில் சமன் படுத்தப்பட்டுள்ளன. இத் தனிமங்களை 400 வோல்ட்டு, முந்நிலை முக்கிளை வடிவ அமைப்பு மாறு திசை மின்னூற்று மின்னழுத்தத்துடன் கீழ்க்கண்ட முறையில் இணைத்தால் ஒவ்வொரு முறையிலும் செலவழிக்கப்படும் மின் திறன் அளவு என்ன ?

(i) ஒவ்வொரு நிலையிலும் இரண்டு தடை தனிமங்களைப் பக்க வாட்டில் இணையாக இணைத்தல்.

(ii) ஒவ்வொரு நிலையிலும் இரண்டு தடைத் தனிமங்களைத் தொடர் வரிசையில் இணைத்தல்.

[விடை (i) $P = 4\ Kw.$ (ii) $P = 1\ Kw$]

(4) பயிற்சி 3-ல் பயன் படுத்தப்பட்ட முக்கிய வடிவ அமைப்புக்குப் பதிலாக, முக்கோண வடிவ அமைப்பைப் பயன்படுத்தினல், செலவழிக்கப்பட வேண்டிய மின் திறன் அளவினைக் கணக்கிடுக.

[விடை (i) $P = 12\ Kw,$ (ii) $P = 3\ Kw.$]

(5) ஒரு முந்நிலை மின் வில் உலையில் 3 மெட்ரிக் டன் எஃகினை உருக்கத் தேவைப்படும் நேரத்தினையும் உலையின்

மின் பயனுறுதிறனையும் கீழ்க்கண்ட விவரங்களைக் கொண்டு கணக்கிடுக :

மின்னோட்டம்	=	5000 ஆம்பியர்கள்.
வில் மின்னழுத்தம்	=	60 வோல்ட்டுகள்.
மின் மாற்றியின் தடை (துணைச் சுருள் பக்கம்)	=	0·003 ஓம்.
மின் மாற்றியின் எதிர் வினைப்பு (துணைச் சுருள் பக்கம்)	=	0·005 ஓம்.
எஃகின் வெப்ப அடர்த்தி எண்	=	0·12.
எஃகின் உள்ளுறை வெப்பம்	=	8·89 கிலோ கிராம் கிலோரி/கி. கிராம்.
எஃகின் உருகுநிலை	=	1370°C.
எஃகின் தொடக்க வெப்பநிலை	=	10°C.
எல்லாவற்றை உள்ளிட்ட பயனுறுதிறன்	=	60%.

[விடை : நேரம் = 53 நிமிடங்கள், உலையின் பயனுறுதிறன் = 88%.]

(6) ஒற்றை நிலை அஜக்ஸ் வியட் மின் உலையில் ஒரு டன் பித்தளையை ஒரு மணி நேரத்தில் உருக்கத் தேவைப்படும் மின்னாற்றலைக் கீழ்க்கண்ட விவரங்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கவும்.

பித்தளையின் வெப்ப எண்	=	0·094.
பித்தளையின் உள்ளுறை வெப்பம்	=	40 C.H.V.
தொடக்க வெப்பநிலை	=	24°C.
பித்தளையின் உருகுநிலை	=	920°C.
மின் உலையின் பயனுறு திறன்	=	60%.

[விடை : மின் திறன் = 245 Kw]

(7) 50 கிலோ கிராம் தகரத்தினை ஒரு மணி நேரத்தில் உருக்கிப் பிரித்தெடுக்கும் (smelting) உலையின் பயனுள்ள திட்ட வரை (useful rating) என்ன? தகரத்தை உருக்கிப் பிரித்தெடுக்கும் வெப்ப நிலை = 235°C; தகரத்தின் வெப்ப அடர்த்தி எண் = 0·055. தகரம் உருகும் போது ஏற்படும் உள்ளுறை வெப்பம் = 13·31 கிலோ கிராம் கலோரி/கி. கிராம். தொடக்க வெப்ப நிலை = 15°C எனக் கொள். (A.M.I.E. No: 1664)

[விடை : 1·47 Kw]

(8) உருளை வடிவமான எஃகினால் ஆன ஒரு பொருளை ஓரச்சாக (Co-axial) இருக்கும் சுருளினுள்ளே வைத்து அதன் மேற்பரப்பினைத் தூண்டல் சூடாக்கம் முறையில் கடும்பதப் படுத்தல் (case hardened) வேண்டும். நுழைக்கப்பட வேண்டிய ஆழம் 0·1 மி.மீ. எனவும், எஃகுப் பொருளின் சராசரி உட்புகு திறன் 200 எனவும், சூடாக்கப்படும் காலப்பகுதியில் அதன் தன் தடை எண் 100×10^{-6} ஓம் செமீ. எனவும், கொண்டால், அப் பொருளுக்கு வழங்கப்படும் மின் தருவியின் அதிர் வெண்ணைக் கண்டுபிடி.

[விடை : அதிர்வெண் = 1,26,560 சுற்றுகள்/வினாடி]

(9) ஒரு மின் காப்பு மரக்கட்டை யாறுப்பதன் (inslating slab பரப்பு 150 ச.செமீ. கனம் 1 செமீ. இதனை இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம் முறையில் சூடுபடுத்த வேண்டும். 30×10^{-6} சுற்றுகள்/வினாடி அலைவெண்ணில் பயன்படுத்தப்பட்ட மின்திறன் 400 வாட்கள் என்றால் கொடுக்கப்பட்ட மாறு திசை மின்னழுத்தம் எவ்வளவு? மரக்கட்டையின் சார்பு ஏற்புக்கெழு 5 என்றும், மின் திறன் காரணி 0·05 என்றும் கொள்க.

[விடை : 785 வோல்டுகள்]

(10) 30 கிலோ வாட்கள், முன்னிலை, 400 வோல்ட்டு மின் தடை அடுப்பிற்கான 0·25 மி.மீ. கனமுள்ள, நிக்கல் குரோமியச் செவ்வகத் தகட்டுக் கம்பிகளாலான முக்கோண வடிவில் இணைக்கப் பட்டுள்ள சூடாக்கும் தனிமங்களின் அகலத்தினை மதிப்பிடுக கம்பியின் வெப்பநிலையை 1050°C-க்கு நிலை நிறுத்தப்பட வேண்டும். சூடாக்கும் பொருளின் வெப்பநிலை 800°C. கதிர் வீச்சு எண் 0·2 எனவும், கதிர்வீச்சுப் பயனுறுதிறன் 50 சதவீத மெனவும், தனிமத்தின் தன் தடை எண் 108 மைக்ரோ, ஓம்-செ.மீ. எனவும் கொள்க.

(சென்னை பல்கலைக் கழகம் B.E, நவம்பர் 1971).

[விடை : 0·05 செமீ.]

(11) 7·5 மீட்டர் நீளம், 6 மீட்டர் அகலம், 4 மீட்டர் உயர முள்ள ஓர் அறையினைச் சூடுபடுத்த வேண்டும். 2·5 கிலோ வாட் திட்டவரை அளவினையுடைய மின் முறைச் சூடாக்கியினைப் பயன் படுத்தி, அறையினுட் செலுத்தப்படும் காற்றின் வெப்பநிலையினை விட 8° சென்டிகிரேடு அதிகமாக இருக்கும்படி அறையின் வெப்ப நிலையை நிலைநிறுத்தப் படுகிறதென்றால், எவ்வளவு நேரத்திற்கு ஒரு முறை காற்றினைப் புதுப்பிக்கலாமென்பதனைக் கண்டுபிடிக்

கவும். அறையின் சுவர்கள் போன்றவற்றினால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு 180 கிலோ காலாரி/°செ./மணி என்றும் காற்றின் அடர்த்தி எண் 1·25 கிலோ கிராம்/கன மீட்டர் என்றும். வெப்ப எண் 0·25 என்றும் ஊகித்துக் கொள்க.

[விடை : 20 நிமிடம்.]

(12) ஒரு மணி கால அளவில் 16×10^3 கன செ.மீ. காற்றினை 13° சென்டிகிரேடிலிருந்து 25° சென்டிகிரேடு வெப்பநிலைக்கு உயர்த்தி பதனிடப்பட வேண்டும். மேலும், இக் காற்றிலுள்ள 5 கிலோ கிராம்/1000 க.மீ. ஈரபதனை ஆவியாக்க வேண்டும். காற்றின் அடர்த்தி 1·25 கிலோகிராம்/க.மீ. காற்றின் வெப்ப எண் 0·25. ஆவியாகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் 600 கிலோ கலோரி/கிலோகிராம் என்றால், தேவைப்படும் மின் திறன் அளவினைக் கண்டுபிடிக்கவும்.

[விடை : 13·22 கிலோவாட்.]

6. மின் முறை பற்றவைப்பு

(Welding)

6-1. பற்றவைப்பு (தோற்றுவாய்)

நிலையாக இணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகப் பகுதிகளை மிக நெருங்கிய தன்மையில் அருகிலிருக்கும்படி வைத்து உருகிய அல்லது இளக்க நிலைக்குச் (State of fusion or plasticity) சூடாக்கி ஒட்டவைப்பதைப் பற்றவைப்பு (welding) என்கிறோம். இப்படிப்பட்ட ஒட்டும் தன்மை, பற்றவைப்பின்போது உண்டாகும் கடுமையான வெப்ப மண்டலத்தில் உள்ள அணுக்களின் பிணைப்பினால் ஏற்படுகிறது. மரையாணி (bolt), தரையாணி (rivet), வார்ப்படம் (casting) போன்ற வகைகளில் உலோகப் பகுதிகளை ஒட்டவைப்பதை விடப் பற்றவைப்பு முறை சிறந்தது. நம்பிக்கையுமானது. உறுதியானது. நீடித்து உழைக்க வல்லது.

உலோகங்களைச் சூடாக்கப் பயன்படும் ஆற்றலின் தோற்றுவாய் (source of energy), சூடாக்கப்பட வேண்டிய பொருள் தன்மை, பற்றவைக்க வேண்டிய இடத்தின் நிலைமை ஆகிய வற்றினைப் பொறுத்துப் பற்றவைப்பினை அட்டவணையில் காட்டியபடி வகைப் படுத்தலாம்,

6-2. பற்றவைப்பின் வகைகள் :

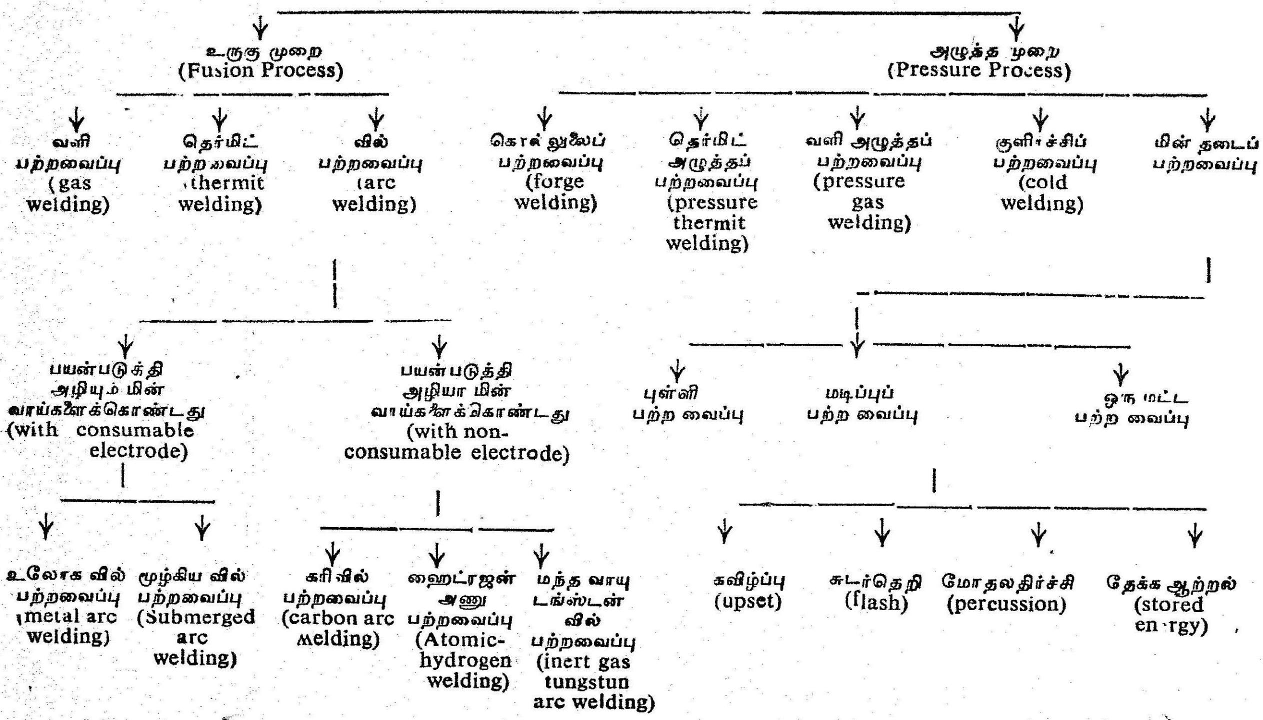
பற்ற வைப்பின் இருபெரும் பிரிவுகள் :

(1) உருகு பற்றவைப்பு (fusion welding).

(2) அழுத்தப் பற்றவைப்பு (pressure welding).

உருகு பற்றவைப்பில், பற்ற வைக்கப்பட வேண்டிய சந்திப்புப் பகுதியினை அவற்றின் உருகு நிலைக்கு (melting point) வெப்ப

பற்றவைப்பு அட்டவணை (Welding Chart)



மாக்கி, நிரப்பும் உலோகத் தண்டினைக் கொண்டு (filter rod) பற்ற வைப்புப் பகுதியில் சேர்ப்பர்.

பற்றவைக்கப்பட வேண்டிய பொருளினை அதனுடைய உருகு நிலைக்குக் கீழான வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கி அதாவது இளக்க நிலைக்குச் சூடாக்கிப் பற்றவைப்புப் பொருள்களின் மேல் அழுத்தத்தைச் செலுத்துவதின் மூலம் அழுத்தப் பற்றவைப்பு கிடைக்கும்.

இந்த அத்தியாயத்தில் மின்னாற்றலை மட்டும் பயன்படுத்திச் செய்யும் வில் பற்றவைப்பு, மின் தடைப் பற்றவைப்பு போன்ற மின் முறை பற்றவைப்பின் இரு பெரும்பிரிவுகளைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

6-2-1. மின் தடைப் பற்றவைப்பு

மின் வில் (arc), உள்ளெரிதல் (combustion) போன்றவைகள், சிறுமமாக இருக்கும்படி ஒரு மின் தடைப் பற்றவைப்பு அமைத்தால் அதற்குத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு

$$H = \frac{I^2Rt}{J} \text{ கலோரிகள்.}$$

இதில் R என்பது இரண்டு உலோகங்களின் சந்திப்பில் ஏற்படும் மின் தடை.

I என்பது உலோகங்களின் சந்திப்பில் பாயும் மின்னோட்டம்.

t என்பது இந்தச் சந்திப்பில் மின்னோட்டம் பாயும் நேரம்.

J என்பது வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணைமாற்று $\left(\frac{1}{J} = 0{\cdot}24\right)$

சந்திப்பிலே ஏற்படும் மின் தடை மிகக் குறைவாகவே இருக்குமாதலால், வேண்டிய வெப்பத்தினைப் பெற அதிக மின்னோட்டம் தேவை. அதாவது குறைந்த (1-ல் இருந்து 15 வோல்ட்) மின்னழுத்தத்தில் 1000 ஆம்பியர்கள் அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அளவுள்ள மின்னோட்டம் தேவைப்படும்.

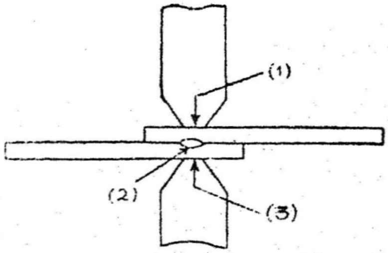
இவ் வெப்பத்தின் ஒரு பகுதி வெப்பக் கடத்தல், வெப்பச் சலனம், வெப்பக் கதிர் வீசல் என்ற மூன்று வழிகளில் அருகில் உள்ள பொருளுக்குப் பரவுகிறது. எனவே, மின்னோட்ட விளை

விளுல் உண்டாகும் எல்லா வெப்பத்தையும் பற்ற வைப்புச்குப் பயன் படுத்த முடியவில்லை. மேலும் பற்ற வைக்கும் பொருளில் வடிவச் சிதைவு (distortion) ஏற்படாமல் இருக்க உலோக சந்திப்புக்கு அருகில் உள்ள பகுதியை அதிக சூடுபடுத்தக்கூடாது.

இரு உலோகங்களின் இடையில் ஏற்படும் மின்தடை கீழ்க் கண்ட வகைகளால் ஆனவை :

சந்திப்பு (1) : மேல் மின் வாய்க்கும் வேலைமானத் துணுக்குக்கும் (work piece) இடையே உள்ள இடைவெளி.

சந்திப்பு (2): இரண்டு வேலைமானத் துணுக்குகளுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி.



படம் 6-1.
சந்திப்புகள்

சந்திப்பு (3): கீழ் மின் வாய்க்கும் வேலைமானத் துணுக்குக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி.

சந்திப்பு (3) (அ) பற்ற வைக்கும் மின்னோட்டப்பாதையின் மின் தடை (சந்திப்பு 1-க்கும், 2-க்கும் உள்ள தூரம்).

(ஆ) பற்ற வைக்கும் பகுதிகளின் இடைவெளிப் பரப்புத் தொடர்பின் (contact surface) மின்தடை (சந்திப்பு 1.)

(இ) பற்ற வைக்கும் பகுதிகளுக்கும், மின் முனைகளுக்கும் இடையேயுள்ள பரப்புத் தொடர்பின் மின்தடை (சந்திப்பு 1-ம்) சந்திப்பு 3-ம்).

மெல்லிய உலோகங்களைப் பற்ற வைப்பதின்மூலம் மின்னோட்டப் பாதையின் மின்தடையைக் குறைக்கலாம். ஆகையால், பற்ற வைப்பின் மின்தடை, பெரும்பாலும் இணைக்கப்பட்டுள்ள பொருள்களின் தொடர்பு, மின்தடையைப் (contact resistance பொறுத்துள்ளது. பற்ற வைப்பு நன்கு அமைய வேண்டுமானல்,

சீரான தொடர்பு மின்தடையை ஏற்படுத்த வேண்டும். இதன் நல்லமைப்பு தொடர்பு மின்தடையைக் கட்டுப்படுத்துவதின்மூலம் பெறலாம்.

குறைவான கடத்துந்திறனைக் கொண்ட கனமான பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டால் (அ)-ல் குறிப்பிட்ட மின்தடை, (ஆ) யிலும், (இ யிலும் குறிப்பிட்ட மின்தடைகளைவிட அதிகமாக இருக்கும். இப்படிப்பட்ட முறையில் தொடர்பு மின்தடையைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டிய அவசியமில்லை.

ஆனால், அதிகமான கடத்துந்திறன் கொண்ட கனமான பொருள்களைப் பற்ற வைக்க வேண்டுமானால், இணைக்கப்பட வேண்டிய வேலைமானத் துணுக்களுக்குக் (work pieces) குறைவான அழுத்தத்தைக் கொடுக்கலாம். இன்றேல், பற்ற வைக்கும் உலோகத்தைவிட அதிக உருகு வெப்பநிலையைக் கொண்ட, உயர்ந்த அளவுள்ள மின்தடை மின்வாய்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

வெவ்வேறு கடத்துந்திறனைக் கொண்டே மாறுபட்ட உலோகங்களைப் பற்ற வைக்க வேண்டுமானால், குறைந்த கடத்துந் திறனைக் கொண்ட மின்வாயை அதிகக் கடத்துந்திறன் வாய்ந்த உலோகத்திற்கும், அதிகக் கடத்துந்திறன் கொண்ட மின்வாயை, குறைந்த கடத்துந்திறன் வாய்ந்த உலோகத்திற்கும் பயன் படுத்தப்பட வேண்டும். அங்ஙனம் பயன்படுத்தும்பொழுது, குறைந்த கடத்துந்திறன் வாய்ந்த உலோகம் அதிக சூடாகாமலும், அதிக கடத்துந்திறன் வாய்ந்த உலோகத்தை உருக்கத் தேவை யான வெப்பமும் இருக்க வேண்டும்.

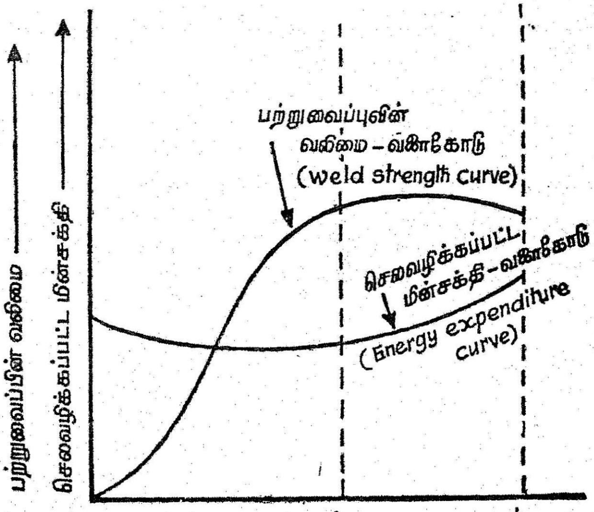
6-2-2. பற்றவைப்பு நேரத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தல் (Choice of weld time)

பற்ற வைக்கும் உலோகத்தின்மீது செலுத்தும் அழுத்தமும் ஒரு முக்கிய காரணமாகும். உயர் அழுத்தத்தில், குறைந்த வெப்பநிலையில் இளக்கப் (plastic) பற்றவைப்புகள் கிடைக்கும் மாறுக அழுத்தம் குறைவாயிருந்தால் பற்றவைப்பு மின்னோட்டத் தின் மின்தடையை அதிகரிக்க வேண்டும். இந்த மின்தடையை ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லை வரைக்கும் அதிகரிக்கலாம். இதின் அளவு வரம்புக்கு அப்பாற்பட்டால், பற்றவைக்கும் பொருள் எரிந்து விடும்.

இவற்றைத் தவிர, மின்னோட்டத்தின் அளவையும், அது பாயும் நேரத்தையும் கொண்டு சீரான பற்றவைப்பைப் பெறலாம்.

இணைக்கப்பட்ட உலோகத் துணுக்குகளின் சந்திப்பினூடே மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஏற்படும் வெப்பத்தின் அளவு (1) அந்தச் சந்திப்பில் பாயும் மின்னோட்ட அளவின் இருமடிக்கும் (2) அந்தச் சந்திப்பில் மின்னோட்டம் பாயும் நேரத்திற்கும் நேர் விகிதத்தில் உள்ளது.

எனவே, தேவையான வெப்ப அளவைப் பெற பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தை எவ்வளவு அதிகரிக்கிறோமோ அந்த அளவுக்கு இணையாக நேரமும் குறையும். மாறாக, நீண்டநேரம் பற்ற வைத்தால் வலுவான பற்ற வைப்புகள் கிடைக்கும். ஆனால், பற்றவைக்கும் பொருள்களின் வடிவு சிதவடைகிறது. மின்சக்தி அதிகமாகச் செலவழிக்கப்படுகிறது. மின்வாய்களைப் பராமரிக்க வேண்டிய அவசியமேற்படுகிறது. கொடுக்கப்பட்ட படம் 6-2 லிருந்து, உள்ளீட்டு மின்சக்தி, பற்றவைப்பின் வலிமை பற்ற வைப்பு நேரத்திற்கு எவ்வாறு வேறுபடுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. t_2 நேரத்திற்குப் பிறகு பற்றவைப்பு நேரத்தை



படம் 6-2.
பற்றவைப்பின் வலிமை-நேர வரைபடம்

அதிகரித்தால், பற்ற வைப்பின் வலிமை அவ்வளவாக அதிகரிப்பதில்லை. ஆனால், t_1-க்கு குறைந்த நேரத்தில் பற்ற வைப்பின் வலிமை வெகுவாக வீழ்ச்சியடைகிறது. ஆகவே, t_2 என்பது

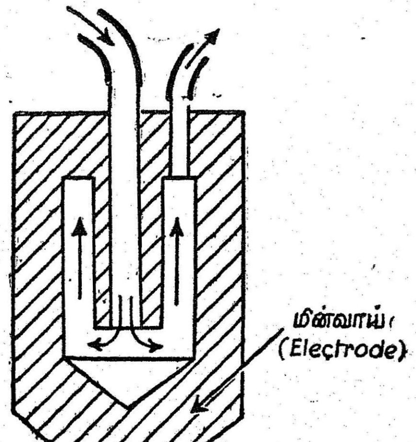
பற்றுவைப்பின் வலிமைக்கும் நேரத்திற்கும் உள்ளதொடர்பு மிகவும் விரும்பத்தக்க (optimum) கால அளவு. இந்தக் கால அளவு உலோகப் பொருளின் கனத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

எடுத்துக்காட்டாக 2 × 24 S.W.G-க்கு—0·16 விநாடியும்
2 × 14 S.W.G-க்கு—0·4 விநாடியும்
2 × $\frac{1}{4}$'' எஃகுத் தகடுக்கு—2 விநாடிகளும்தேவை

6-2-3. மின்வாய்கள் (Electrodes)

பற்றவைப்பில் மின்னோட்டம் பாய்வதால், மூன்று சந்திப்புகளில் வெப்பம் ஏற்படுகிறது என்று பார்த்தோம். சந்திப்பு (1)-லும், (3)-லும் வெப்பம் அதிகரித்தால் மின்வாய் பற்றவைக்கும் உலோகத்தோடு ஒட்டிக்கொள்ளும். மேலும், உருகியும்விடும். எனவே, சந்திப்புகள் (1)-ம், (3)-ம் சூடுபடுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். கீழ்க்கண்ட முறைகளால் இதனை நிவர்த்திக்கலாம் :

(1) மின்வாயைப் படம் 6-3-ல் காட்டியபடி நீரைக் குழாய்களின் மூலம் செலுத்திக் குளிரவைக்கலாம்.



படம் 6-3.

மின்வாயைக் குளிர வைத்தல்

(2) அதிக மின்கடத்துந்திறனும், வெப்பக்கடத்தும் திறனும் கொண்ட உலோகங்களினால் மின்வாய்களைச் செய்தால், சந்திப்பு

(1)-லும் (3)-லும் உண்டாகும் வெப்ப அளவு குறைந்திருப்பதுடன் வெப்பத்தையும் விரைவிலேயே வெளிக்கடத்தலாம்.

(3) மின்வாய் மிகுந்த வலிமை வாய்ந்த உலோகத்தால் ஆனது. ஏனெனில், மின்வாயின் நுனிப் பகுதியைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்துவதால் உண்டாகும் தேய்மானம் (wear and tear குறையும். பல்வேறு வகையான மின்வாய் உலோகங்களும் பற்றவைப்பு உலோகங்களும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

மின்வாய் உலோகம்	உருகு வெப்ப நிலை	பற்றவைக்கும் உலோகங்கள்
1. குளிர்ந்திருக்கும்போதே இழுக்கப்பட்ட தாமிரம் (Hard-drawn copper)	150°C	அலுமினிய உலோகக் கலவை (alloy)
2. கேட்மியத் தாமிரம்	250°C	மென்மையான எஃகுத்தகடு (mild steel)
3. குரோமியத் தாமிரம்	500°C	எஃகு
4. டங்ஸ்டன் தாமிரம்	1000°C	எஃகும், தாமிர உலோகக் கலவையும்.

மின் வாய் நுனிப் பகுதியின் விட்டம் தோராயமாக தகட்டினுடைய கனத்தின் வர்க்க மூலத்திற்குச் சமம். அதாவது $D = \sqrt{t}$. இதில் D என்பது மின்வாய் முனையின் விட்டம் (அங்குலங்கள்) t = என்பது தகட்டின் கனம் (அங்குலங்கள்).

எந்திரப் பொறியின் அழுத்தம் 10,000 பவுண்டு/ச. அங்குலத்திற்குக் குறையாமல் இருக்க வேண்டும். புள்ளிப் பற்றவைப்பின் மின் வாயின் மின்னோட்ட அடர்த்தி எண் ஏறக்குறைய 8000 ஆம்பியர்கள்/ச.செமீ. அதன் நுனிப்பகுதியில் உள்ள மின்னோட்ட அடர்த்தி 48000 ஆம்பியர்/ச. செமீ.

6-2-4. மின் தடைப் பற்றவைப்பின் வகைகள்

பற்ற வைக்கப்பட வேண்டிய பொருளின் வடிவத்தினைப் பொறுத்தும், கிடைக்க வேண்டிய பற்றவைப்பின் பாணியினைச் (manner) சார்ந்தும், இதர தனிப்பட்ட சிறப்பியல்புகளைப் பெறும்

பொருட்டும், மின் தடைப் பற்றவைப்பினைப் பின்வருமாறு பாகு படுத்தலாம். அவைகளாவன :

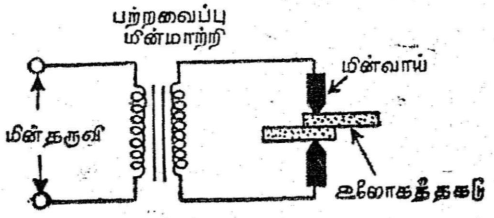
(1) புள்ளிப் பற்றவைப்பு (spot welding).

(2) பிதுக்குப் பற்றவைப்பு (projcction welding).

(3) மடிப்புப் பற்றவைப்பு ((seam welding).

(4) ஒருமட்ட பற்றவைப்பு (butt welding).

6-2-4-1. புள்ளிப் பற்றவைப்பு : இம் முறையைக் கொண்டு கட்டட அமைப்பு செய்வதற்காகப் பயன்படும் உலோகத் தகட்டு களைப் பற்ற வைக்கலாம். இந்த வகையான இணைப்பு நல்ல

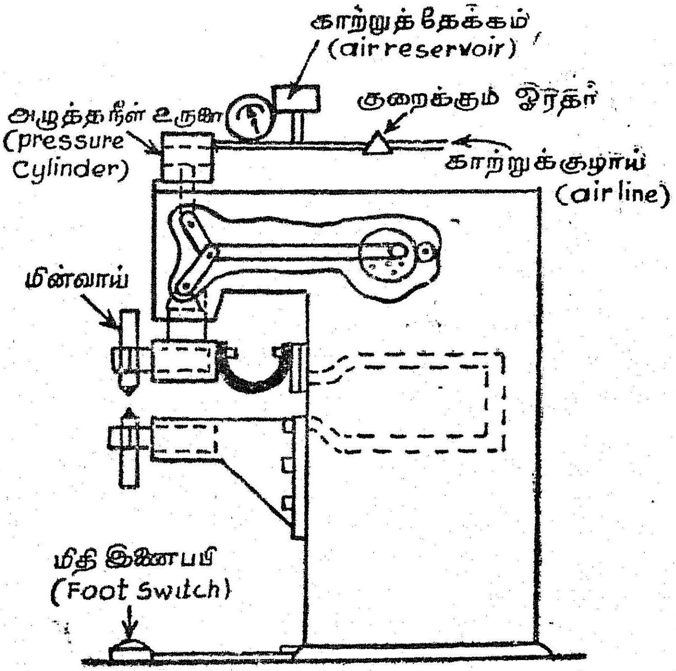


படம் 6-4 (அ).
புள்ளிப் பற்றவைப்பு முறை

இயந்திரவியல் வலிமை வாய்ந்ததாயிருந்தாலும், இது வளியிறுக்க மானதோ அல்லது நீர் இறுக்கமானதோ (air tight or water tight) அல்ல.

இந்தப் புள்ளிப் பற்றவைப்பில், இணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகத் தகடுகளைப் பொறி அழுத்தத்தைக் கொண்டு மின் வாய் களின் மூலம் [படம் 6-4-(அ)ல் காட்டியபடி] நன்கு படிய வைக்கிறோம். பிறகு உலோகத் தகடுகளின் அளவுக்கு ஏற்றவாறு, மின்னோட்டத்தைத் தேவையான நேரம் வரை பாய்ச்சுகிறோம். படம் 6-4 (ஆ)ல் காட்டியபடி இயந்திரப் பொறியினைப் பயன் படுத்தி நல்ல உறுதியான இணைப்பு கிடைக்கும்படி பற்றவைக் கலாம். செங்கோணியக்க அமைவின் மூலம் (Toggle mechanism) மின் வாய்களைப் பற்றவைப்புப் பொருளின்மீது அருகில் கொணர்ந்து நன்கு அழுத்திப்படிய வைக்கலாம். தேவைக் கேற்றவாறு மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சவும், நிறுத்தவும் செய்

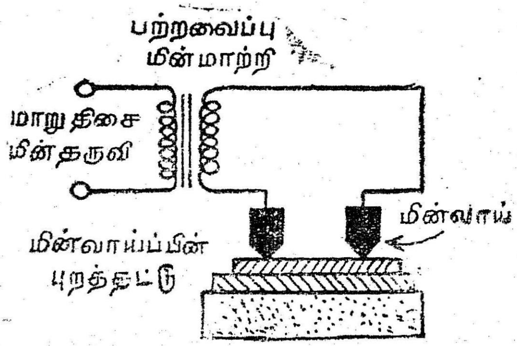
யலாம். மின் வாய்களுக்கும் பற்ற வைக்கப்பட வேண்டிய பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள சந்திப்பில் ஏற்படும் வெப்பம் குறைவாக இருக்க வேண்டி, குளிர் நீர் நிரம்பிய மின் வாய்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.



படம் 6-4 (ஆ).
புள்ளி பற்றவைப்புப் பொறி

இவற்றைத் தவிர வேறு இரண்டு வகை புள்ளிப் பற்ற வைப்புகள் இருக்கின்றன. பன்மடங்கு புள்ளிப் (multiple spot) பற்றவைப்பு முறை ஒன்று படம் 6-4 (இ)ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. இவற்றினால் இரண்டு புள்ளிப் பற்றவைப்புகள் ஒரே நேரத்தில் உண்டாகும். இந்த வகைப் பற்றவைப்பின் தனிச் சிறப்பு என்னவென்றால், பற்றவைப்புக் குறி (marking) ஒரே ஒரு பக்கத்தில் தான் இருக்கும். மின்னோட்டம் கிளைவழியில் (shunt) செல்லாதிருக்கும் பொருட்டு மின்வாய்களுக்கு இடையே

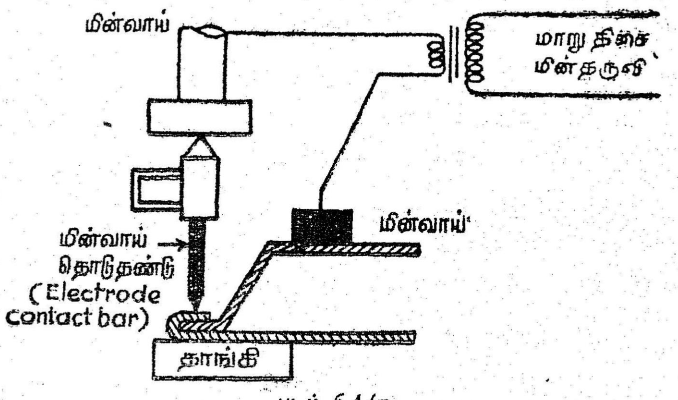
யுள்ள தூரம் அதிகமாக இருக்கும்படி, மின் வாய்களைப் பொருத்த வேண்டும்.



படம் 6-4 (இ)

பன் மடங்கு புள்ளிப் பற்றவைப்பு முறை

படம் 6-4 (ஈ) மற்றொரு முறையை விவரிக்கிறது. இப் புள்ளிப் பற்றவைப்பில் பரப்புக் குறி (surface markings) சிறுமமாகவே



படம் 6-4 (ஈ)

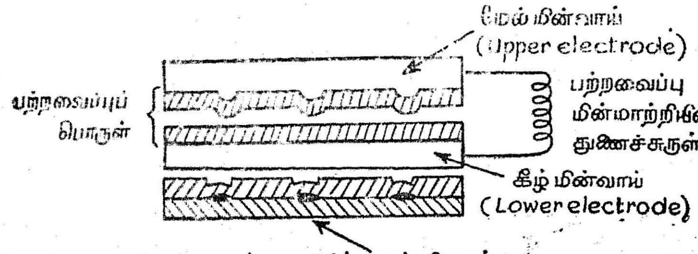
சிறும பற்றவைப்புக் குறியினையுடைய புள்ளி பற்றவைப்பு

இருக்கும். தகடுகளை நிமிர்த்தும்போது இந்தச் சிறிய குறியும் அகற்றப்படுகிறது.

6-2-4-2. பிதுக்குப் பற்றவைப்பு (Projection welding)

இதுவும் புள்ளிப் பற்றவைப்பைப் போன்றதே என்றாலும், சிறிது மாற்றியமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது வெப்பச் செறிவை

(heat concentration) மின் வாயின் வடிவத்திலிருந்து பெறுவதற்குப் பதிலாக, மெல்லிய தகட்டின் பிதுக்கங்களின் மூலம் பெறுகிறோம். இந்தப் பிதுக்கங்கள் அல்லது முனைப்புகளில்தான் பற்ற வைப்பு நடக்கிறது. இப்படிப்பட்ட அமைப்பினைப் படம் 6-5-ல்



படம் 6-5.
பிதுக்கங்களில் நடைபெறும் பற்றவைப்பு

கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. இணைக்கப்பட வேண்டிய உலோகங்களின் கனம் கீழ்கண்ட அளவுகளை விடக் குறைந்து இருக்க வேண்டும் :

எஃகுத் தகட்டின் கனம் 6 × 2 மி.மீ.
அலுமினியத்தின் கனம் 4 × 2 மி.மீ.
தாமிரத்தின் கனம் 2 × 2 மி.மீ.

பற்றவைபபில் மின் கடத்துந் திறனை அதிகரிப்பதற்காக எல்லா உலோகத் தகடுகளின் கனமும் குறைந்தேயிருக்கும்.

இந்தப் பிதுக்கப் பற்றவைப்பு, புள்ளிப் பற்றவைப்பைக் காட்டிலும் கீழ்க்கண்ட பயன்களைப் பெற்றிருக்கின்றன :

(அ) ஒரே நேரத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பற்ற வைப்புகள் செய்யலாம். அதனால் அதிக வெளிப்பாடு (output) கிடைக்கும்.

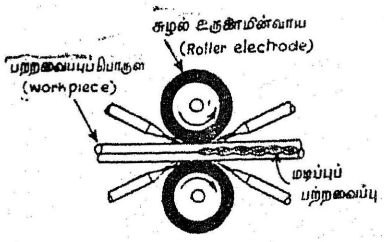
(ஆ) குறைந்த மின்கடத்துந்திறனும், குறைவான அழுத்தமும் தேவைப்படுவதால், மின்வாய்கள் நீண்டகாலம் நீடித்து இருக்கும்.

(இ) பற்ற வைப்புப் பொருளின்மீது மின்வாயினால் ஏற்படும் குழிகள் (indentation) இல்லாதிருத்தலால், அழகிய தோற்றப் பொலிவு கிடைக்கிறது.

(ஈ) பிதுக்கங்கள் உள்ள இடங்களில் எல்லாம் பற்ற வைப்புகள் தானாகவே ஏற்படுகின்றன (welds are automatically located by the position of projection).

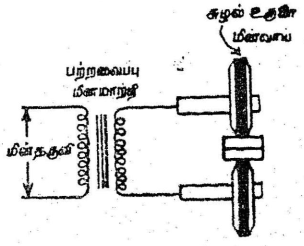
6-2-4-3. மடிப்புப் பற்ற வைப்பு

புள்ளிப் பற்ற வைப்பில் மின்வாய்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். ஆனால், இந்த மடிப்புப் பற்ற வைப்பில் தொடர்-இணைப்புப் புள்ளிகளை (series of spots) உண்டாக்கச் சுழல் உருளை (roller) மின்வாய்களைப் பயன்படுத்துகிறோம். படம் 6-6-(அ)ல் காட்டியபடி இரண்டு



படம் 6-6(அ)

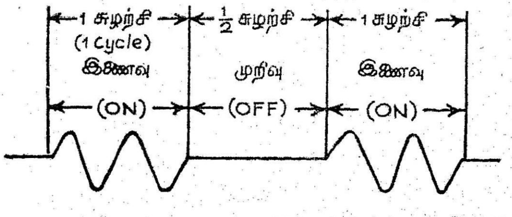
மடிப்புப் பற்றவைப்புக் கிடைக்கும் விதம்



படம் 6-6 (ஆ)

மடிப்புப் பற்றவைப்பின் மின்சுற்றதர் பக்கவாட்டுக் காட்சி

தகடுகளைச் சுழல் உருளை மின்வாய்களின் அடியில் செல்லுமாறு பதிய வைக்க வேண்டும். ஒரு வினாடி நேரத்திற்குத் தேவையான பற்றவைப்பு மின்னோட்ட அதிர்வும், வேண்டிய பரிதி வேகத்தை

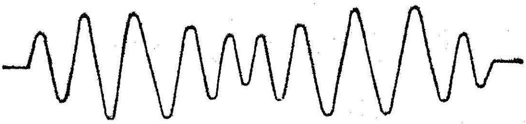


படம் 6-6 (இ)

குறுக்கீடு உடைய மின்னோட்டம்

யும் (peripheral speed) பொறுத்துத் தொடர்பு இணைப்புப் புள்ளிகளைப் (series of weld spots) பெறலாம். படம் 6-6(அ)-ல் காட்டியபடி

குறுக்கீடு உடைய மின்னோட்டத்தின் (interrupted current) மூலமும் பண்பேற்றமுடைய மின்னோட்டத்தின் (modulated current) மூலமும்தான் திருப்திகரமான பற்றவைப்பினைப் பெறமுடியும். பற்றவைப்புத் தொடர்ந்து நடக்கும்பொழுது குறுக்கீடற்ற பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தினால் வெப்பம் அதிகரித்து வேலைமானத் துணுக்கை (workpiece) வெப்பப்படுத்துவதோடு மட்டுமின்றி



படம் 6-6 (ஈ)

பண்பேற்றமுடைய மின்னோட்டம்

அதனைச் சிதைவுறவும் செய்கிறது. அழுத்த இறுக்கமான (pressure tight) மடிப்புப் பற்றவைப்புகளைப் பெற, ஓர் ஒட்ட வைப்புப் புள்ளியின் பகுதி மற்றொரு புள்ளியின் மேற்சென்று கவிழ்ந்திருக்கும்படி செய்யவேண்டும். இத்தன்மையைப் பெற 10 படித்தர கம்பி கடிகை (standard wire gauge) கொண்ட தகடுகளுக்கு ஓர் அங்குல நீளத்திற்கு 5 ஒட்டவைப்புப் புள்ளிகளும் (weld spots) 24 S.W.G. தகடுகளுக்கு ஓர் அங்குல நீளத்திற்கு 15 ஒட்ட வைப்புப் புள்ளிகளும் தேவை. மின்னோட்ட இணைவு நேரம் 1 சுழற்சி (1 cycle) ; மின்னோட்ட முறிவு நேரம் ½ சுழற்சி (½ cycle). ஆகவே, ஒரு தடவை மின்னோட்டத்தை இணைத்தும் முறிவடையச் செய்யும் (on and off) சிறுமக் கால அளவுநேரம் 1½ சுழற்சிகள் (1½ cycles).

இந்த மடிப்புப் பற்றவைப்பில் முக்கியமாய்க் கவனிக்க வேண்டியவைகளாவன :

(1) ஒட்டவைப்புச் சுற்றும், ஒட்டவைப்புப்புள்ளி/வினாடியும் ஒரே அளவாக வைத்துக்கொண்டு மின்தருவியின் அலைவெண் எந்த விகிதத்தில் அதிகரிக்கிறதோ, பற்றவைப்பு உருளையின் வேகமும் அதே வேகத்தில் அதிகரிக்க வேண்டும்.

(2) ஒட்டவைப்புச் சுற்றும், மின்தருவியின் அலைவெண்ணும் நிலைத்திருந்து ஒட்டவைப்புப் புள்ளிகள்/வினாடி குறையக் குறைய, பற்றவைப்பு உருளையின் வேகமும் அதிகரிக்கிறது.

பற்றவைப்பு உருளையின் வேகத்தை அதிகரித்தால் அலை வெண்ணும் அதிகமாகும். ஆனால், ஒவ்வோர் ஒட்டவைப்புப் புள்ளிக்குத் தேவையான நேரம் குறைகிறது. ஆகவே, பற்ற வைப்பு மின்னோட்டத்தின் வலிமையை அதிகரிக்க வேண்டும் ஆனால், மின்னோட்டத்தின் அலகு, ஒட்டவைக்கும் தகடுகளின் கனத்தைப் பொறுத்தது. மின்வாய் உருளைகளின் சக்கரங்களுள் தண்ணீரைச் செலுத்திக் குளிர வைக்கலாம். பற்றவைப்புக்குத் தேவையான வெப்பம் வேண்டும்போது மின்சாரத்தைச் செலுத்தியும், வேண்டாதபோது நிறுத்தியும் கொடுக்கவல்ல ஒரு தடுப்பான் (interruptor) உள்ளது. இது வேலை செய்யும் விதத்தைப் பிறகு கவனிப்போம்.

நீர்த்தொட்டி, மின்மாற்றி, குளிர்ச்சாதனம் (refrigerator) கேஸலேன் (gasoline) தொட்டி, விமானங்கள் முதலியவற்றின் தகடுகளை ஒட்டவைக்க இம் முறை மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

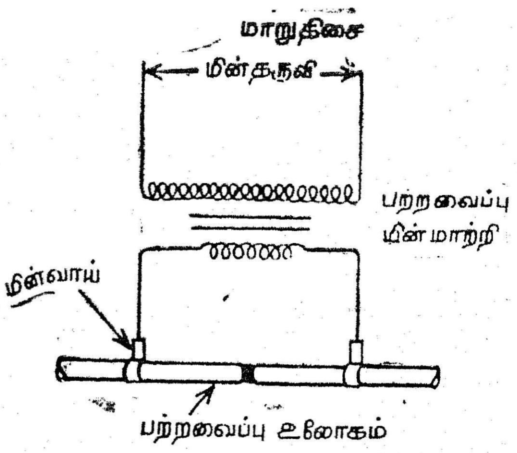
6-2-4-4. ஒரு மட்ட பற்றவைப்பு

இது இருவகைப்படும். (அ) கவிழ்ப்பு ஒரு மட்ட பற்ற வைப்பு (upset butt welding) (ஆ) சுடர் தெறிப்பு ஒருமட்ட பற்ற வைப்பு (flash butt welding).

6-2-4-4 (அ). கவிழ்ப்பு ஒருமட்ட பற்றவைப்பு (Upset butt welding)

இந்த முறையில், பற்ற வைக்க வேண்டிய உலோகப் பொருள் களில் ஒன்று நிலையான பற்றிறுக்கியின் (clamp) மூலம் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். மற்றொன்று நகர்ந்து செல்லும் கருவியில் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த இரண்டு உலோகங் களின் முனைகள் ஒன்றையொன்று தொடுமாறு படம் 6-7 ல் காட்டியவாறு கொணர்ந்து சுருள் வில்லின் (spring) மூலம் ஊடச்சியாலான (axial) திசையில் அழுத்தத்தைச் செலுத்த வேண்டும். பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் மூலம் அதிகமான மின்னோட்டத்தைச் சந்திப்பின் (junction) இடையே செலுத் தினல், தேவையான வெப்பம் கிடைக்கிறது. தொட்டுக் கொண்டி ருக்கும் பரப்பின் மின் தடை அதிகமாயிருப்பதால், இந்தச் சந்திப் பின் வெப்பம் அதிகமாகவே இருக்கும். திருகு, சுருள் வில்லின் அழுத்தத்தினல், உருகிய உலோகம் புடைத்த (வீக்க) சந்திப் புடன் வெளித்தள்ளப்படுகிறது.

இந்த முறையைத் தண்டு (rod), குழாய், கம்பி ஆகியவற்றைப் பற்ற வைக்கப் பயன்படுகிறது.



படம் 6-7.

கவிழ்ப்பு ஒரு மட்ட பற்றவைப்பு

6-2-4-4 (ஆ). சுடர் தெறிப்பு ஒருமட்ட பற்றவைப்பு

இந்த முறையில் இரண்டு உலோகத் துணுக்குகளை ஒரு மட்டமாக இணைப்பதற்கு முன், மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்துகிறோம். இந்த உலோகப் பொருள்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்கும்போது, மின்வில் தோன்றுகிறது. இந்த மின்வில் தொடு முனைகளின் பரப்பை எரிய வைக்கிறது. இந்த மின்வில் தொடர்ந்து, முனைகளின் ஒரு பகுதியை எரித்துவிடுகிறது. இந்த இரண்டு முனைகளின் இடைவெளி குறைந்தால் பற்றவைப்பு வெப்பநிலை உண்டாகிறது. அல்லது உலோகத் தகடுகளின் ஊர்ந்து செல்லும் (travel) வேகம் அதிகரிக்கிறது. உலோகத் தகடுகளைப் பிடிப்பான்களில் பொருத்தி, முனைகளுக்கு இடையே யுள்ள தூரத்தைக் குறைத்துக் கொண்டே வரும்படி செய்தால் மேற்குறித்த பற்றவைப்பு வெப்பநிலையைப் பெறலாம். பற்ற வைப்பு வெப்பநிலை அடைந்தவுடன் மின்விசையை நிறுத்த வேண்டும். பற்றவைக்க வேண்டிய உலோகப் பகுதிகளில் தொடும் மின்தடை அதிகமாக இருப்பதால் முழுமையான வெப்பம் இந்த முறையில் உண்டாவதில்லை.

இந்த முறை சாதாரண ஒருமட்ட பற்றவைப்பைவிட கீழ்க்கண்ட காரணங்களினால் சிறந்து விளங்குகிறது.

(1) ஒழுங்கீனமற்ற (irregularity) ஒட்டு முனைப்பகுதிகள் சமதளமாக்கப்படும் (smoothened out). இதனால் சீரான வெப்பம் பற்றவைப்பு முனைகளின் மேற்பரப்புகள் முழுவதிலும் இருக்கும்.

(2) முனையின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் அசுத்தங்கள் ஏனைய இதரப் பொருள்கள், எரிந்து போவதால் பற்றவைப்புகள் சுத்தமாகவும், தூய்மையாகவும் இருக்கும்.

(3) சாதாரண ஒருமட்ட பற்றவைப்பில் இறுகிப் பிடிக்கும் கருவியின் அப்பாற்பட்டுள்ள தண்டு முழுவதையும் சூடுபடுத்த வேண்டும். ஆனால், சுடர்தெறிப்புப் பற்றவைப்பில், வெப்பம் ஒட்ட வேண்டிய பகுதிகளிலே ஏற்படுகிறது. ஆகவே, தேவைப்படும் மின்திறன் குறைவு.

(4) பற்றவைப்புப் பொருள்களின் மேற்பரப்புகளை இணைப்பதற்கு வேண்டிய, துரித கவனிப்பு (speed attention) தேவையில்லை. சங்கிலிகள் (chains), இருப்புப்பாதை முனைகள் (rail ends), உருட்டல் பகுதிகள் (rolled sections), இருசு அச்சுகள் (shaft axles) போன்றவற்றினைப் பற்றவைக்க, சுடர்தெறிப்புப் பற்றவைப்பினைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

மோதலதிர்ச்சிப் பற்றவைப்பு (Percussion welding)

பற்றவைக்க வேண்டிய இரு பொருள்களின் பரப்புகளை ஒன்று சேர்த்து (two areas to be united) அவற்றுக்கிடையே உயர் மின்னழுத்த மின்னோட்ட வில் மின்னிறக்கத்தினால் (arc discharge of high voltage current), உருகு வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கி, அவற்றைச் சம்மட்டியால் அடிப்பது போல் (hammerlike blow) இயந்திரப் பொறியினால் வலுகட்டாயமாக ஒன்றுடன் ஒன்றாய்ச் சேர்த்துப் பற்றவைப்பர். இந்த அமைப்பில் மின்னாற்றலைத் தேக்குவதற்கு மின் தேக்கியும், பற்றவைக்க வேண்டிய பொருளின் இரு பகுதிகளை இறுக்கிப் பிடிக்கும் ஒரு சோடிப் பிடிப்புகளும் (pair of clamps) உள்ளன. ஒரு பகுதி நிலையானது. மற்றொன்று தன்னிச்சையாகச் சறுக்கிச் செல்லக் கூடியது (slide). ஆனால், இது கனமான சுருள்வில் அழுத்தத்தினால் பின்னோக்கிச் செல்லும்படி அமைக்கப் பட்டுள்ளது (backed by heavy spring pressure). இது விசை வில்லினால் (trigger) பிடிக்கப் பட்டிருக்கும். விசை வில்லை விடுவதற்கு முன்பு பற்றவைக்க வேண்டிய தண்டு

களின் முனைகளுக்கு இடையே சுமார் 1·9 செ.மீ. $\left(\frac{3''}{4}\right)$ இடைவெளி இருக்கும்படி, பிடிப்பினால் (clamp) நன்கு இறுக்கிப் பிடிக்க வேண்டும். பின் தேக்கிற்கு, நேர் மின்னோட்டத்தால் 3000 முதல் 5000 வோல்ட் வரை கிடைக்க மின்னூட்டப்படுகிறது. உண்மையான மின்னழுத்தத்தின் அளவு பற்றவைக்க வேண்டிய உலோகங்களின் இயல்பு, உலோகப் பகுதிகளின் உருவத்திற் கேற்றவாறு இருக்கும். விசை வில்லை விட்டவுடன், சறுக்கிச் செல்லும் பிடிப்பியினுள் இருக்கும் பகுதி, மற்ற பகுதிக்கு முன் எறியப்படுகிறது. இரு பிடிப்புப் பகுதிகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி 1·6 மி.மீ. அளவாக இருக்கும்போது, இந்த இடைவெளியில் இருக்கும் காற்று மின்னழுத்தத்தினால் முறிவுபட்டுக் கடுமையான அலைப்பான் வில் (an intense oscillatory arc) ஏற்படும். இதன் அலைவு எண் சுமார் 5000 சுற்றுகள்/வினாடியும், மின்னோட்டத்தின் உச்ச அளவு சுமார் 70,000 ஆம்பியர் அளவும் இருக்கும். திறை வெப்பக் கடத்துந்திறன், மின் கடத்துந்திறன் ஆகியவற்றில் வேறு பட்டிருக்கும் உலோகப் பகுதிகளை இம் முறையில் பற்ற வைக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, தாமிரத்தை எஃகுடனும், வார்ப்பிரும்பினைத் தாமிரத்துடனும், எஃகினை மக்னீசியக் கலவையுடனும் இணைப்பதற்கு, இம் முறைப் பற்றவைப்பினைப் பயன் படுத்துகின்றனர்.

6-2-5. மின் வில் பற்றவைப்பு

இந்தப் பற்றவைப்பில் இயந்திரவியல் அழுத்தம் (mechanical pressure) தேவையில்லை. ஆகவே, இதனை அழுத்த மற்ற பற்றவைப்பு என்றும் கூறுவர். இதனை மாறுதிசை மின்னோட்டம் அல்லது நேர் மின்னோட்டம் கொண்டு இயக்குவிக்கலாம். இதற்கு மிகவும் அவசியமானது என்னவெனில் திறந்த சுற்றதர் மின்னழுத்தம் (open circuit voltage) அதிகமாக வேண்டும். மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்தருவி அமைப்பில், தேவைப்படும் மின்னழுத்தம் சுமார் 70 முதல் 100 வோல்ட்டு வரை இருக்கும். நேர் மின்னோட்ட மின் தருவி அமைப்பில் சுமார் 50 முதல் 60 வோல்ட்டு வரை தேவைப்படும். ஒரு தடவை மின் வில் தோற்றுவிக்கப் பட்டால், அதனை நிலைநிறுத்தத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தம் சுமார் 20-லிருந்து 30 வோல்ட்டு வரை இருக்கும்.

பற்றவைக்கும் இரு உலோகத் தண்டுகளின் முனைகளை முதலில் தொட்டுக் கொண்டிருக்குமாறு வைக்கப்பட்டு, மின்னோட்டம் பாய்ச்சப்படுகிறது. மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது சிறு

இடைவெளி இருக்குமாறு இத் தண்டுகள் பிரிக்சப்படுகின்றன. அப்பொது ஒரு பிரகாசமான ஒளி விளக்கமுள்ள மின் துண்டு களிடையே தோன்றுகிறது. தண்டுகள் பிரிக்கப்படும் போது, முனைகளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பரப்பு குறைகிறது. அதனால் மின் தடை அதிகமாகிறது. ஆகவே, தண்டு முனை வாய்கள் பிரிக்குந்தருவாயில் அதிக சூடு பெறுகிறது. எதிர் முனை வாயினின்று விடுபட்ட எலெக்ட்ரான்கள், மின்னழுத்தச் சரிவினால் இயக்கம் பெற்று, நேர்மின் முனையை நோக்கிச் செல்கிறது. பாய்ந்து செல்லும் இந்த எலெக்ட்ரான்கள், வாயுவின் அணுக் களுடனும், மூலக் கூறுகளுடனுன் மோதி ஏராளமான அயனிகளை உண்டு பண்ணுகின்றன. மின் வாய்களின் இடை வெளிகளில் உள்ள இந்த அயனிகளே மின்னோட்டம் செல்லும் பாதையாக அமைத்துள்ளன. ஆகவே, மின்வில் என்பது வாயுக்களி னிடையே பாய்ந்து செல்லும் மின்னோட்டம். இது பிரகாசமான ஒளியைத் தருவதோடு வெப்பத்தையும் கொடுக்கிறது. வில் பற்றவைப்பின் பொழுது, வில்லின் வெப்பநிலை 3500° சென்டி கிரேடில் இருக்க வேண்டும்.

6-2-6 மின்வில்லின் பண்புகள்

(அ) வில்லின் நிலைப்படுத்துந் திறன் (Arc stability)

மின்வில்லின் மின்தடை, வெப்பநிலை உயரக் குறைகிறது. அதாவது அவற்றின் மின்தடை மாற்றம், வெப்பநிலை எண் மாற்றத்திற்கு எதிரானது. வில்லின் மின்னோட்டம் அதிகரித்தால், அதற்கிடையே உள்ள மின்னழுத்தம் குறைகிறது. அதாவது மின்தடை குறைகிறது. செயற்கையான வில் பற்றவைப்பு முறையில் நிலையான வில் பற்றவைப்பின் நீளம் கிடைப்பது அரிது. ஏனெனில், வில்லின் நீளத்தைக் குறைத்தால், அதன் மின்தடை குறையும். மின்தடை குறைந்தால் வில்லின் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. இந்த மின்னோட்ட அதிகரிப்பு வில்லின் மின்தடையை மீண்டும் குறைக்கச் செய்கிறது. இங்ஙனம் நீளத்தைக் குறைத்து மின்வில்லைக் கட்டுப்படுத்த முடியவில்லை. அதேபோல் வில்லின் நீளத்தை அதிகரித்தால், இதன் மின்தடை அதிகரிக்கிறது. மின்தடை அதிகரித்தால் வில்லின் ஒளி குறைவதோடு அதன் விட்டமும் குறைகிறது. இதனால் வில்லின் மின்தடை மீண்டும் அதிகரிக்கப்படுவதால் வில் அணைந்து போகும் நிலைமை ஏற்படுகிறது. ஆகையால் செயற்கை யான முறையில் நிலையான வில் பற்றவைப்புக் கிடைப்பது அரிது.

(ஆ) மின்வில்லை உண்டாக்கத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தம் அதை நிலைநிறுத்தத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தத்தைவிட அதிக

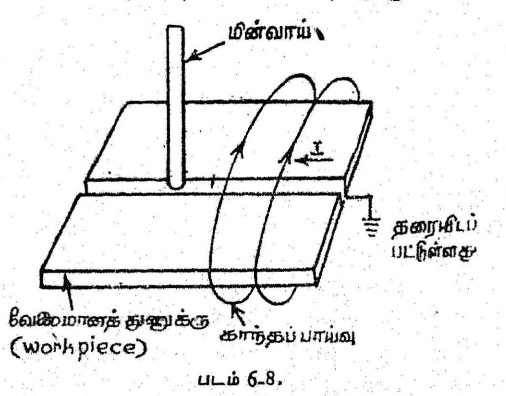
மானது. ஏனெனில், இடைவெளியில் உள்ள வாயுவை அயனியாக்கச் சிறிது மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது.

(இ) தண்டு முனைவாய்களைப் பிரிக்கும் தருவாயில் வெப்பமடைகின்றன என்று பார்த்தோம். சூடுபெற்ற இந்த எதிர்மின் வாயினின்று விடுபட்ட எலெக்ட்ரான்கள், நேர்மின் வாயைத் (anode) தாக்குவதால் எலெக்ட்ரான்களின் உந்தும் சக்தி (momentum) அழிகிறது. இதனால் நேர்மின் வாய்த்தகடு (anode) எதிர்மின் வாய்த்தகடை விட அதிக வெப்பமடைகிறது. பற்றவைக்க வேண்டிய வேலைமானத் துணுக்கை (work pieces) நன்றாகச் சூடுபடுத்த வேண்டுமானால் அதனை நேர் மின்வாய்த் தகட்டில் இணைக்க வேண்டும். அதாவது பற்றவைக்கும் பொருளை நேர்மின்னோட்டத்தின் நேர்மின் முனையிலும் (positive terminal) பற்றவைப்பு-மின்முனை (welding electrode) எதிர்மின் முனையிலும் (negative terminal) இணைக்க வேண்டும்.

(ஈ) ஊது வில் (Arc Blow)

மின்வில் என்பது எளிதில் மேற்கொள்ளத்தக்க (flexible) ஒரு மின்கடத்தி. இந்த வில்லினூடே மின்னோட்டம் பாய்வதால் ஒரு காந்தப்புலம் ஏற்படுகிறது. இவை இரண்டின் விளைவால் இயந்திர விசை மின்வில்லில் ஏற்பட்டு, மின்வில்லினை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைமையில் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் நகர்த்துகிறது.

படம் 6-8-ல் காட்டியபடி வேலைமானத் துணுக்கின் வலதுபுறம்



படம் 6-8.
ஊது வில்,

தரையிடப்பட்டுள்ளது. வில்-மின்னோட்டம் காந்தப்பாய்வினை உண்டாக்குகிறது இந்த காந்தப்புலம் வில் மின்னோட்டத்துடன்

வினைபுரிந்து, இயந்திர விசையினை ஏற்படுகிறது. இந்த விசை (force) மின்வில்லினைத் தரையிடப்பட்ட பகுதியிலிருந்து அப்பால் விலகிச் செல்லும்படி நகர்த்துகிறது. இந்தக் காந்த ஊது (magnetic blow) விளைவினால், தேவையான இடத்தில் எந்த அளவுக்கு ஆழமாக உட்புகுந்து சூடுபடுத்த வேண்டுமோ, அந்த அளவு சூடாக்கம் கிடைப்பதில்லை. அதாவது நல்ல பற்றவைப்புக் கிடைக்காது. இதைத் தவிர்க்கக் கீழ்க்கண்ட வழிகளைக் கடைப் பிடிக்க வேண்டும் :

(1) நேர் மின்னோட்டத்திற்குப் பதிலாக மாறுதிசை மின்னோட் டத்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

(2) மின்னோட்டத்தின் வலிமையைக் குறைக்க வேண்டும்.

(3) குட்டையான வில்லைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

(4) மின்வில் விசை (arc force), காந்த ஊது விளைவினை (magnetic blow effect) எதிர்க்கும் வகையில் மின்வாயினைப் பிடித்துப் பற்றவைப்புச் செய்யவேண்டும்.

(5) தரையோடு இணைக்கும் பாகம், (ground connection) பற்றவைப்புச் சந்திப்புக்கு எவ்வளவு தூரத்தில் வைக்க வேண்டுமோ அவ்வளவு தூரத்தில் வைப்பது நலம்.

(6) வில் பின்னால் ஊதுவதாயிருந்தால் (back blowing) பற்ற வைக்கப்படும் பொருளின் தொடக்கப் பகுதியைத் தரையிடவும். வில் முன்னால் ஊதுவதாயிருந்தால் பற்றவைக்கப்படும் பொருளின் கடைசிப் பகுதியைத் தரையிடலாம்.

6-2-7. மின்வில்லின் வகைகள் :

வில் பற்றவைப்பின் உட்பிரிவுகளாவன :

(i) கரிவில் பற்றவைப்பு, (ii) உலோக வில் பற்றவைப்பு.

6-2-7-(1). கரிவில் பற்றவைப்பு

இந்த முறையில் நேர் மின்னோட்டத்தையே பயன்படுத்து கின்றனர். மின்வாய் (electrode) கரி அல்லது படிகக் கரியினால் (graphite) செய்யப்பட்டது. மின்வாய் உலோக அணு, பற்ற வைப்பு உலோக அணுவுடன் சேராமலிருக்கும் பொருட்டு, மின் வாயினை எதிர்க்குறி முனையுடனும் (negative terminal), பற்ற வைக்கும் உலோகத்தினை நேர்க்குறி முனையுடனும் இணைக்கப்பட வேண்டும். கரிமின் வாய்க்கும், பற்றவைப்புப் பொருளுக்கு

மிடையே மின்னழுத்தத்தை வழங்கினால், மின்வில் உண்டாகிறது. தேவையான அளவு பூச்சுமானம் தர, நிரப்பு மின்வாயை (filler electrodes) யும் பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த நிரப்பு மின்வாய்ப் பற்றவைக்கும் உலோகப் பொருள் எதுவோ அந்த உலோகத்தினால் செய்யப்பட்டதாக இருக்கவேண்டும்.

கடினமான பற்றவைப்புகளுக்கு (heavier welds) இந்தக் கரிவில் பற்றவைப்பைப் பயன்படுத்துகிறார்கள், அப்படிப்பட்ட கடினமான பற்றவைப்புகளுக்குத் தேவைப்படும் கரிமின்வாயின் விட்டம் 25 மீ.மீ வரையும், மின்னோட்டம் சுமார் 800 ஆம்பியர்கள் வரையிலும் இருக்கும். அதிகமான வெப்பம் கிடைப்பதால் இம் முறையைத் தாமிரப் பற்றவைப்புக்குப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஏனெனில், தாமிரத்திற்கு வெப்பக் கடத்துந்திறன் (thermal conductivity) அதிகம்.

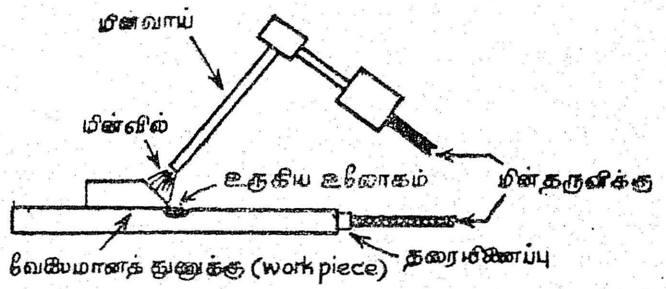
6-2-7-2. உலோக வில் பற்றவைப்பு

இதில் மின்வாய். எந்த உலோகத்தைப் பற்றவைக்க வேண்டுமோ, அந்த உலோகத்தாலானது. வில் சூடாக்கத்தினால் இதனுடைய முனை உருகி, பற்றவைக்க வேண்டிய இடத்தில் இந்த உருகிய உலோகத்தைத் தருவதால், நிரப்பு மின்வாயின் தேவையை இது பூர்த்தி செய்கிறது. வில்லின் வெப்பநிலை மிகவும் அதிகமாய் இருப்பதால், உலோகத்தை உருக்குவதுடன், மின்வாயின் நுனிப்பகுதியையும் உருக்க வைக்கிறது இந்த முறைக்கு நேர் மின்னோட்டத்தையும், மாறுதிசை மின்னோட்டத்தையும் பயன்படுத்தலாம். மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் மின் வில்லின் சிறப்பியல்புகளை, மின்வாய்களின் முனைமையினை (polarity) மாற்றியமைப்பதின் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம். ஊது-வில் (arc-blow) பெரும்பாலும் நேர் மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படுகிறது. சமச்சீரற்ற காந்தப் புலத்தினால் விளையும் ஊது-வில் (arc blow) மின்வில் ஓட்டம் (arc stream) செல்ல வேண்டிய பாதையினின்று நகர்த்தி அதனைச் சீர்குலைவுறச் செய்வதால், நல்ல பற்றவைப்புக் கிடைக்காது. மேலும், மின் சக்தி அதிகமாகச் செலவழிக்கப்பட வேண்டும். மாறுதிசை மன்னோட்டத்தில் ஊது வில்லின் விளைவு மிகக் குறைவு.

பற்றவைப்பு நன்றாக அமைய வேண்டுமானால், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் போன்றவைகள் உலோகப் பொருளில் வேதியியல் கிரியைகள் செய்யாமல் இருக்க வேண்டும். மாசுகளை எளிதில் உருகும் கலவைப் பொருளையும், கசடினைப் பூசியும் அகற்றலாம்.

அதாவது பற்றவைக்க வேண்டிய உலோகத்தைக் கசடினாலும் (slag), மின் வாயை எளிதில் உருகும் கலவைப் பொருளாகிய "இளக்கி" அல்லது ஒழுக்கி (flux) யினாலும் பூசி ஆக்ஸைடும், நைட்ரைடும் உண்டாகாமல் தடுக்கலாம். மேலும் கசடு, ஒழுக்கி ஆகியவை மின் வில்லினை நிலைநிறுத்த உதவுகின்றன. ஆக்ஸைடு இருந்தால் பற்ற வைக்கப்பட்ட கம்பிகளில் இழுபடுந்தன்மை (ductility) குறைந்துவிடும். நைட்ரைடு, இருந்தால் பற்ற வைப்பு எளிதில் உடைந்துவிடும் (embrittlement).

எனவே, ஆக்ஸைடு நைட்ரைடு ஆகியவை இருந்தால் பற்றவைப்பு வலிமை குன்றியும் இழுபடுந் தன்மை குறைந்துமிருக்கும். ஆகவே, முக்கியமல்லாத பணிகளாகிய, தேய்வுற்ற இரயில் வண்டிச் சக்கரங்களுக்கு உலோகப் பூச்சுமானம் கொடுத்தல் (metal deposition), ஊர்ந்து செல்லும் சுமை தூக்கி (travelling crane) போன்றவற்றிற்கு இந்த உலோக வில் பற்ற வைப்பினைப் பயன் படுத்துவர்.



படம் 6-9.
உலோக வில் பற்றவைப்பு

படம் 6-9 உலோக வில் பற்றவைப்பு அமைப்பினைக் காட்டுகிறது. மின்னோட்டம் மின் தருவியிலிருந்து தொடங்கி மின் வாய், மின் வில் ஆகியவற்றின் வழியாகப் பாய்ந்து வேலைமானத் துணுக்குக்குள் (work piece) சென்று, தரையிணைப்பு (earth connection) வழியாக மின் தருவிக்கே திரும்பி வருகிறது. மின் வில்லினால் உண்டாகும் வெப்பம், வேலைமானத் துணுக்கின் எப் பகுதியைப் பற்றவைக்க வேண்டுமோ, அப் பகுதியினை உருக்கச் செய்வதுடன், மின் வாய், நுனியினையும் (Electrode tip) உருக்குகிறது. மின் வாயினை நீக்கியவுடன் உருகிய உலோகம் உறைந்து திட நிலையினை அடைகிறது.

6-2-7-3. காப்பு வில் பற்றவைப்பு முறை (Shielded arc welding process)

சூடாக்கப்பட்ட பொருள் காற்று வெளிமண்டலத்தில் (atmosphere) உள்ள ஆக்ஸிஜனை வேதியியல் கிரியை செய்து ஆக்ஸைடாக மாற்றுவதினால் பற்றவைப்பின் தன்மை பாதிக் கப்படுகிறது. கசடாகும் இளக்கியினை (slag forming flux) மின் வாய்களுக்குப் பூச்சுக் கொடுத்தும், மூழ்கிய வில் பற்றவைப்பில் பயன் படுத்தப் படும் தனியான துகள் வடிவமாகவும் அமைத்து, சூடாக்கப்பட்ட பொருள் ஆக்ஸைடாக மாறுவதைத் தடுக்கலாம்.

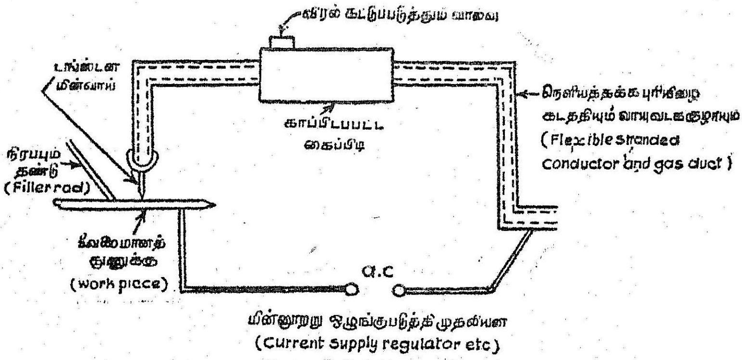
காற்று மண்டலத்திலிருந்து, வில்லினையும், உருகிய உலோகத்தினையும் சூழ்ந்துள்ள பரப்பினை ஒரு மந்த வாயுவினால் (inert gas) சூடாக்கப்பட்ட உலோகத்தோடு வேதியியல் வினைபுரியாத வாயுவினால் மூடு திரையிட்டும் (blanketing) வேதியியல் கிரியைகளிலிருந்து பாதுகாக்கலாம். ஹீலியம் (Helium), ஆர்கான் (Argon), கரிமில வாயு (carbon di oxide) போன்ற வாயுக்கள் இத் தன்மை வாய்ந்தது.

6-2-7-4. ஆர்கான் வில் பற்றவைப்பு

சாதாரண கருவியினைக் கொண்டு பற்றவைக்க முடியாது என்று கருதப்பட்ட கறை பிடிக்கா எஃகு, நிமானிக் (nimonic), டிட்டேனியம் (titanium), தாமிரம், நிக்கல், அலுமினியம் போன்ற உலோகங்களை இம் முறையில் பற்றவைக்கலாம். இம் முறையில் உள்ள மிகச் சிறந்த பாதுகாப்புத் தன்மைகளே (excellent shielding properties) இத்தகைய நேர்த்தி வாய்ந்த பற்ற வைப்புக்குக் காரணமாகும். ஆர்கான் வில் பற்றவைப்பு முறை இரு வகைப்படும். (1) பயன்படுத்தியும் அழியா (non consumable) டங்ஸ்டன் மின்வாயினைக் கொண்ட டங்ஸ்டன் ஆர்கான் வில், (2) பயன்படுத்தி அழியும் (consumable) மின்வாய், கம்பிச்சுருணை (reel) வடிவத்தில் அமைக்கப்பட்ட தானாகவே சரிபடுத்திக் கொள்ளும் வில் (self-adjusting arc) இந்த இரு வகைகளும், கைகளால் இயக்குவதற்கும் (manual), தானாகவே இயங்குவதற்கும் (automatic) உகந்தவை.

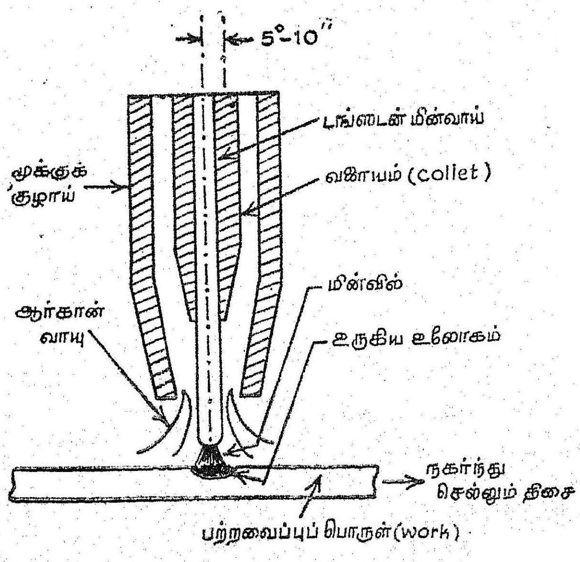
ஆர்கான் வில் பற்றவைப்பில் உள்ள மின்வாய் படம் 6-10 (ஆ)-ல் காட்டியவாறு, ஆர்கான் வாயுவினால் காப்பிடப்பட்டுள்ள (shield) டங்ஸ்டன் (tungsten) உலோகத்தினாலானது. தேவையான அளவுள்ள கனத்திற்குப் பற்றவைப்புக் கிடைக்க, நிரப்புத்தண்டுகளை

(filler rods) பயன்படுத்துகின்றனர். இந்த வகைப் பற்றவைப்புக்கு அமைக்கப்படும் மின்சுற்றதர் படம் 6-10 (அ)-ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.



படம் 6-10 (அ)

ஒழுங்குபடுத்தி முதலியன



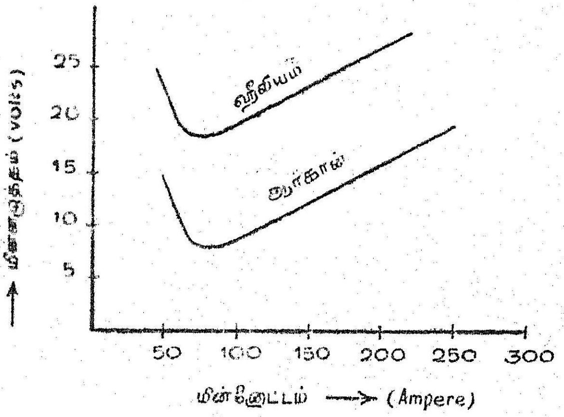
படம் 6-10 (ஆ)

ஆர்கான் வாயு பற்றவைப்பு

பற்றவைப்பு முறை (Methods of welding)

குளிர்ச்சியான நீரையும், வாயுவினையும் செலுத்திய பிறகு, மின்திறன் மின்னாற்றினை இணைத்தால் டங்ஸ்டன் மின்வாய்க்கும் அலுமினியத் துணுக்குக்கும் இடையே வில் ஏற்படும். மின்வாய் இயங்கும் வெப்பநிலையை அடைந்த பிறகு இந்த வில்லினைப் பற்ற வைக்க வேண்டிய பொருளின்மீது செலுத்திப் பற்றவைப்பர். அல்லது கைப்பந்த மின்விளக்கினைத் (torch) தூக்கி, வில்லை அணைத்து, பிறகு பற்றவைப்புப் பொருளின்மீது வைத்து வில்லை மீண்டும் செலுத்திப் பற்றவைப்பினைச் செய்யலாம். அலுமினியம் போன்றவற்றைப் பற்றவைக்க மின்வாய்க்கும் பற்றவைக்கும் பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் 3·2 மி.மீ முதல் 6·35 மீ.மி வரை இருக்க வேண்டும்.

பயன்படுத்தி அழியும் மின்வாயினைக் கொண்ட அமைப்பில் உலோக மின்வாய்க்கும் பற்றவைப்புப் பொருளுக்குமிடையே மின் வில்லினை உண்டாக்க வேண்டும்.



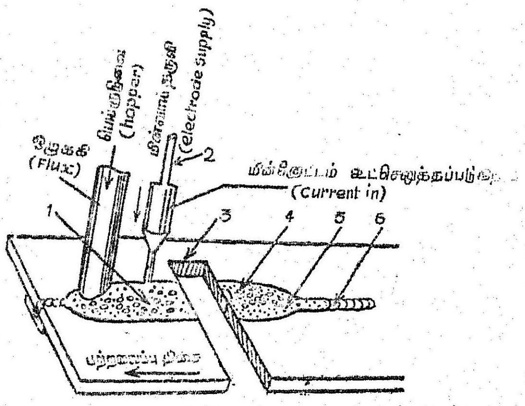
படம் 6-10 (இ)

ஆர்கான் வில், ஹீலியம் வில் ஆகியவற்றின் ஆம்பியர் வோல்ட்டுச் சிறப்பியல்புகளைக் காட்டும் வரைபடம்

ஆர்கான் வில், ஹீலியம் வில் ஆகியவற்றின் ஆம்பியர்-வோல்ட்டு சிறப்பியல்புகளை படம் 6-10 (இ)-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆர்கான் வாயு வில்லில், கொடுக்கப்பட்ட எந்த மின்னோட்டத்திற்குச் சரியிணையான மின்னழுத்தம் ஹீலியம் வாயுவினை ஒப்பு நோக்க மிகக் குறைவு. ஆகவே, ஆர்கான் வாயுவில் மெல்லிய உலோகங்களைப் பற்றவைப்பதற்கும், ஹீலியம் வாயுவில் கனமான உலோகங்களைப் பற்ற வைப்பதற்கும் உகந்தது.

6-2-7-5. மூழ்கிய வில் பற்றவைப்பு (Submerged arc welding)

படம் 6-10 (ஈ) ல் மூழ்கிய பற்றவைப்பு அமைப்பு காட்டப் பட்டுள்ளது. இந்த முறையில் வெற்றுக்கம்பி மின்வாய்ச்சுருளைப் (coil of bare wire electrode) பயன்படுத்தி, சிறுமணித் துகள்கள் வடிவத்தில் உள்ள ஒழுக்கியைப் (flux) பெய் குடுவை (hopper) வழியாகப் பற்றவைக்க வேண்டிய மடிப்புப் பகுதிகளினூடே செலுத்துவர். இந்த ஒழுக்குப் போர்வையால் மின்வில் மூழ்கி, நம் கண்ணுக்குப் புலனாகாமல் இருப்பதால், இதனை 'மூழ்கிய வில் பற்ற வைப்பு' என்கிறோம். இந்தத் துகள்கள் குளிர்ந்த நிலையில் அரிதில் கடத்திகள். உருகிய நிலையில் நல்ல மின்கடத்திகள். பற்றவைக்கும்



படம் 6-10 (ஈ)

மூழ்கிய வில் பற்றவைப்பு

1. மூழ்கிய வில் (Submerged arc).
2. மின் வாய் வெற்றுக் கம்பி (Electrode wire-bare).
3. பற்றவைப்புப் பொருள் (Work).
4. ஒழுக்கி (flux).
5. கசடின் புறப்பகுதி (Slag crust).
6. பற்றவைப்பு (Weld).

பொருளுக்கும் மின்வாய்க்குமிடையே ஓர் எஃகுக் கம்பியைக் குறுக் குச் சுற்றுப் பாதையாக (short circuit path) அமைத்து மின் வில்லினை உண்டாக்குவர். இந்தத் துகள்கள் வில்லின் வெப்பத்தினால் உருகி உருக்கப்பட்ட பற்றவைப்பு உலோகத்தினைச் சுற்றிலுமுள்ள

காற்றினால் ஆக்ஸிகரணம் அடையாமல் பாதுகாக்கிறது. உருகாத துகள்கள், உறிஞ்சி எடுக்கும் கருவியால் (suction type recovery unit) உட்கவரப்படுகிறது. குளிர்ச்சியான பிறகு, உருகிய துகள்கள் பற்றவைப்பின் மேல் ஒரு கசடு போல் இருப்பதால் அதனை உரித்தெடுத்து விடலாம். உண்மையான பற்றவைப்பு இயக்கத்தின்போது பற்றவைப்பு மின்வாய் முற்றிலும் ஒழுக்கினால் (flux) மூடப்பட்டு விடும். இதனால் மிக அதிகமான அளவுள்ள மின்னோட்டத்தினைச் (சுமார் 4000 ஆம்பியர்கள் வரை) செலுத்தலாம். தீப்பொறி (sparks), புகை (smoke) அல்லது சுடர் தெறிப்பு (flash) யின்றிப் பற்றவைப்பு நிகழ்கிறது. எனவே, பாதுகாப்புக் கவசம் (protective shields), தலைகவசம் (helmet), புகை சேகரிப்புகள் (smoke collectors), காவதர் அமைப்பு (ventilating system) போன்றவைகள் இம்முறைப் பற்றவைப்புக்குத் தேவையில்லை. இந்த முறை பற்றவைப்புகள் கம்பிகளாக இழுக்க வல்லது (good ductility), தாக்கு விசை வலிவினுடையது (impact strength). மேலும், பற்றவைப்பு ஒரே சீராக இருப்பதுடன் அரித்தல் தன்மைக்கு அதிக தடையாகவும் விளங்குகிறது. இதனுள் அடங்கிய நைட்ரஜனின் அளவும் மிகக் குறைவே.

6-2-7-6. பற்றவைப்பு ஒழுக்கிகள் (Welding fluxes)

வில் பற்றவைப்புக்கான ஒழுக்கிகள் சிறுமணித் துகள்கள் வடிவத்தில் இருக்கும் உலோகப் பொடிகளினால் ஆனவை. இவை வில் வெப்பத்தினால் உருகி, ஒரு கசடுப் போர்வை போல் இருந்து, பற்றவைக்கும் இடத்தினை வெளி மண்டலத்திலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

பயன்கள் : ஒழுக்கி பலவகைகளில் பயன்படுகிறது. அவைகளாவன :

(1) பற்றவைக்கும் இடத்தினை வெளிமண்டலத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் இவைகளால் தீமை பயக்காமல் போர்வை போல் இருந்து பாதுகாக்கிறது.

(2) நல்ல உருவமும், உறுதியும் வாய்ந்த பற்றவைப்பினை உண்டாக்குகிறது.

(3) பற்றவைப்பு உலோகங்களை நெருக்கமாக இணைத்து ஒன்று சேர்க்கிறது.

(4) நிலையான வில் கிடைக்க உதவுகிறது.

(5) உருகிய நிலைக்குப் பற்றவைக்கப் பட்ட உலோகங்கள் மெதுவாகத் திட நிலையை அடைவதால் பற்றவைப்பின் போது சிக்கிக் கொண்ட வாயுக்கள் வெளியேற வசதி இருக்கிறது.

(6) சுற்றுப்புறத்தில் வெப்பப்பரவலால் ஏற்படும் வில்லின் வெப்ப இழப்பு குறைகிறது.

(7) மின் வாய்க்கள் எரிந்து வீணாகுதல், அதன் துகள் சிதறடிப்பின் மூலம் ஏற்படும் அழிவு ஆகியவற்றைக் குறைக்கிறது.

(8) பற்றவைப்புப் பொருள் குளிர்ச்சியான பிறகு அதன்மீது ஒரு கசடு (slag) போல் படிவதால், எளிதில் உரித்தெடுத்து விடலாம்.

வகைகள்: பயன் படுத்தும் வகையில் ஒழுக்கு வகைகளை மூன்று வகைப் படுத்தலாம்:

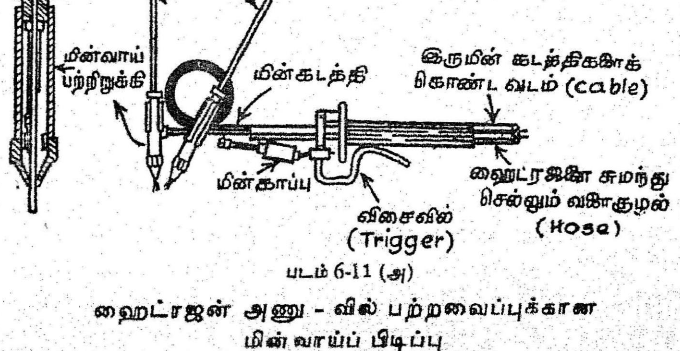
(அ) கரி (carbon), குறைநிலை எஃகுக் கலவை (low alloy steel) போன்றவற்றிற்குப் பயன்படும் ஒழுக்கிகள்.

(ஆ) உயர் நிலை (high alloy steel) எஃகுக் கலவைக்குப பயன்படும் ஒழுக்கிகள்.

(இ) இரும்பு இல்லாத உலோகங்களுக்கும் அவற்றின் கலவைகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படும் ஒழுக்கிகள். வேதியியல் இணைப்பினைப் பொறுத்தும், ஒழுக்குகளை அவற்றில் எவ்வளவு சிலிகான், மேங்கனீஸ், ஆக்ஸிஜன் இருகிறது என்பதைப் பொறுத்தும் வகைப்படுத்தலாம். கரி, குறைநிலை எஃகுக் கலவைகளுக்குப் பயன்படும் ஒழுக்கிகள், உயர் சிலிகான் மேங்கனீசால் ஆனது. உயர் நிலை எஃகுக் கலவைக்குக்குப் பயன்படும் ஒழுக்கிகள் அமிலமற்ற ஃபுளோரைடுகள் ஆகும். தயாரிப்பு முறையைப் பொறுத்து, ஒழுக்கிகளை உருகும் ஒழுக்கிகள் (fused), உருகா ஒருக்கிகள் (non-fused or ceramic) என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். உருகும் ஒழுக்கிகள், குவார்ட்ஸ் (quartz) மணல் மேங்கனீஸ் தாது, ஃபுளோர் ஸ்பார் (flour spar), மேக்னசைட் மற்றும் இதர தாதுப் பொருள்களினாலானது. உருகா ஒழுக்கிகள் (அல்லது செராமிக்), டைட்டேனியம் கான்சென்ட்ரேட், மேங்கனீஸ் தாது, குவார்ட்ஸ் மணல், சலவைக்கல், ஃபுளோர்ஸ்பார், இரும்பு அடங்கிய கலவை மற்றும் இதரப் பொருள்களினாலானது.

6-2-7-7. ஹைட்ரஜன் - அணுவில் பற்றவைப்பு அல்லது வில் அணு பற்றவைப்பு (Atomic hydrogen welding or Arc atom welding)

இடைவெளியை மாற்றி அமைக்கக் கூடிய (adjustable) இரு டங்ஸ்டன் மின் வாய்களின் நுனி முனைகளுக்கு இடையே ஒற்றை நிலை மாறு திசை மின்னேட்ட வில்லினை (single phase A. C. arc) உண்டாக்கி, ஹைட்ரஜன் வாயுவை, மின் வாய்களைப் பிடித்திருக்கும் மூக்குக் குழாய் (nozzle) வழியாக வில்லுக்குச் செலுத்துவர். வில்லின் ஆற்றலேயும், (energy of the arc), டங்ஸ்டன் மின் வாய்களில் கிரியை ஊக்குவிக்கும் (catalytic action) தன்மையுடன் சேர்ந்து ஹைட்ரஜன் மூலக் கூறினைச் (molecules of hydrogen). சிதைவு படுத்தி அதன் அணு நிலைமைக்கு (atomic static) மாற்றுகிறது. சிதைவுற்ற ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் மீண்டும் ஒன்று சேரும் பொழுது, எந்த வித அனற் கொழுந்தினாலும் (flame) பெற முடியாத அளவுக்கு மேற்பட்ட வெப்பத்தினை 3750°C) வெளிவிடுகிறது. இந்த வெப்பத்தைப் பயன்படுத்தி, ஒட்டவைக்க வேண்டிய உலோகங்களை உருக்கிப் பற்றவைப்பர். கூடுதலான உலோகம் தேவைப்பட்டால், நிரப்பும் தண்டுகளை (filler rod) இணைப்பிலிட்டு (joint) உருக்குவர். பற்றவைக்கப்பட வேண்டிய பொருள், சுற்றுப் புறத்திலிருந்து மாசு படுவதை ஹைட்ரஜனை காப்பினால் (shield of hydrogen) தவிர்க்கப்படுகிறது. இதனால் பற்றவைப்பு உறுதியாய் இருப்பதுடன் (strong), இழுபடுத் தன்மையுடையதாகவும் (ductile) இருக்கிறது. பெரும்பாலும் மிருதுவான பற்றவைப்புக் கிடைப்பதால் தேய்த்துப் பளப்பளப் பாக்க வேண்டிய அவசியமில்லை.

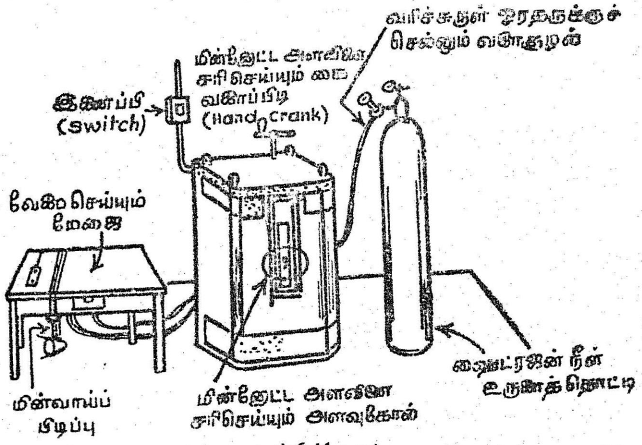


படம் 6-11 (அ)

ஹைட்ரஜன் அணு - வில் பற்றவைப்புக்கான மின் வாய்ப் பிடிப்பு

எஃகுக் கலவைகள், கறைபிடிக்காத இரும்பும், எஃகும் போன்ற உலோகப் பொருள்கள் (stainless iron and steel), அலுமினியக் கலவைகள், மானெல் (monel), நிக்கல் போன்ற உலோகங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றவைக்க இப் முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

படம் 6-11 (அ) ஹைட்ரஜன் அணு - வில் பற்றவைப்புக்குப் பயன் படுத்தப்படும். மின்வாய்ப் பிடிப்பின் (electrode holder) அமைப்பினைக் காட்டுகிறது.



படம் 6-11 (ஆ)

ஹைட்ரஜன் அணு-வில் பற்றவைப்புக்கான கருவிகள்

படம் 6-11 (ஆ) ஹைட்ரஜன் அணு - வில் பற்றவைப்புக் கான கருவிகளின் அமைப்பினைக் குறிக்கிறது. இந்த அமைப்பில் அடங்கியுள்ள கருவிகள் ஹைட்ரஜன் நீள் உருளை, மின்னோட்ட அளவினைச் சரி செய்யும் கருவி, மின்வாய்ப் பிடிப்பு, வேலை செய்வதற்கான மேஜை (work table) போன்றவை.

6-2-8. பற்றவைப்பு மின்னூற்றுகள் (Welding sources)

பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் கீழ்க்கண்ட மின்னூற்றுகளிலிருந்து (electric supply) பெறலாம்.

(1) நேர்மின்னோட்ட மின்னாக்கி (D. C. generator) அல்லது ஒரு நிவர்த்திப்பான் (rectifier) இத்தகைய மின்னூற்றுகளை நேர் மின்னோட்ட வில் பற்றவைப்புக்குப் பயன்படுத்துவர்.

(2) பற்றவைப்பு மின்மாற்றிகள் (welding transformers) அல்லது அலைவெண் மாற்றிகள் (frequency changers) இத்தன்மை)

யான ஊற்றுகளை மாறுதிசை மின்னோட்டப் பற்றவைப்புக்குப் பயன் படுத்துவர்.

வில் பற்றவைப்பு மின்னூற்றுகளுக்குத் தேவையான நிபந்தனைகள்

(அ) பற்றவைப்புச் சுற்றுதர் திறந்திருக்கும் பொழுது (welding circuit open), வில் மின்னழுத்தத்தின் அளவு, அதாவது சுமையில்லாத மின்னழுத்தத்தின் (non-load voltage) அளவு, நேர் மின்னோட்ட வில்லுக்கு 60 வோல்ட்டுக்கு மேலும், மாறுதிசை மின்னோட்ட வில்லுக்கு 100 வோல்ட்டுக்கு மேலும், இருக்கக் கூடாது. அதற்கு மேற்பட்டால் இயக்குபவருக்கு (operator) மின் அதிர்ச்சி (shock) விளைவிப்பதுடன், வில் தீப்பற்றி எரியக்கூடும்.

(ஆ) தேவையான பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தைப் பெறுவதற்குரிய மின்னூற்றின் மின்திறன் (power of the source) அமைந்திருக்க வேண்டும்.

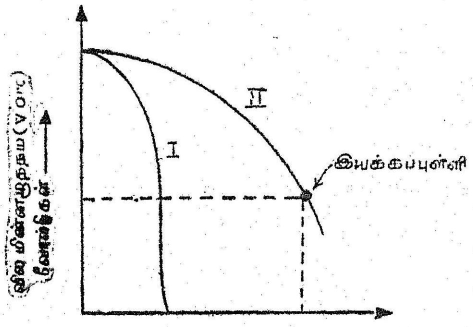
(இ) வேண்டிய வரம்பிற்குள், பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தின் அளவினைத் தொடர்ச்சியாகக் கட்டுப்படுத்துவதற்கான (continuous adjustment) அமைப்பினை உடையதாய் இருக்க வேண்டும்.

(ஈ) எடை குறைவானதாகவும், உரு அமைப்பில் சிறியதாகவும், நயமாகவும், வேலை செய்வதற்கு இலகுவாகவும், இருக்கும்படி மின்னூற்றினை அமைக்க வேண்டும்.

மின்வில் பற்றவைப்பின்போது வில்லினை நிலையாக நிறுத்துவதற்கான நிலைமைகள்

மின் வில்லின் வெப்பநிலை சுமார் 3500°C அளவில் இருந்தால் தான் உலோகங்களை உருக்கிப் பற்றவைக்க முடியும். மின் வில்லின் முக்கியமான தன்மை என்னவென்றால், மின்னோட்டம் அதிகரித்தால் வில்லின் மின்தடை குறையும். இப்படிப்பட்ட தன்மைக்கு "எதிர்மின்தடை சிறப்பியல்பு" (negative resistance charateristic) என்று கூறுவர். கையினால் செய்யும் வில் பற்றவைப்பின்போது வில்லின் நீளத்தை நிலையாக வைப்பது அரிது. வில்லின் நீளம் குறைந்தால் அதற்கேற்ப வில் மின்னழுத்தமும் குறையும். [உலோகத்தை உருக வைக்கும் வீதம் (melting rate) மின்னோட்ட அளவிற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும்.] இது வில்லின் மின்னழுத்தத்தை அவ்வளவாகச் சார்ந்திருப்பதில்லை. எனவே, கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கேற்ப மின்னோட்ட அளவில் ஏற்படும் மாறுதல் மிகச் சிறியதாக இருப்பது நலம். இதனை கீழ்நோக்கிச் சாயும் சிறப்பியல்பின் (drooping characteristic) மூலம்

பெறலாம். அதாவது வோல்ட்-ஆம்பியர் சிறப்பியல்பு வளை கோட்டின் சரிவு (slope) பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தின்போது கீழ்நோக்கிச் சாயும்படி (படம் 6-12-காட்டியபடி) இருக்கவேண்டும். வில் பற்றவைப்பினைக் கையால் (manual) செய்வதாயிருந்தால் கீழ்நோக்கிச் சாயும் சிறப்பியல்பு வளைகோடு செங்குத்தாய்க் கீழ்நோக்கிச் சாயும்படி (steeply drooping) (வளைகோடு-I) இருக்கவேண்டும். தானாகவே (automatic) இயங்கும் மூழ்கிய வில் பற்றவைப்புவுக்கு, கீழ்நோக்கிச் சாயும் சிறப்பியல்பு வளைகோடு (வளைகோடு-II) படிப்படியாகக் கீழ்நோக்கி (gradually drooping) இறங்கும்படி இருக்கவேண்டும்.



பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் (I weld)
ஆம்பியர் ⟶

படம் 6-12.

வோல்ட்-ஆம்பியர் சிறப்பியல்பு வளைகோடு

மாறுதிசை மின்னோட்டமாயிருந்தால், மின்னூற்றுத் தொடரில் மின் அடைவி அல்லது மின்பொருண்மைச் சுருளினை (choke) இணைத்து இத்தகைய கீழ்நோக்கிச் சாயும் சிறப்பியல்பினைப் பெறலாம். மேலும், வில் மின்னழுத்தத்திற்கும், மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உந்தி வேறுபாட்டினை (phase difference) இந்த அடைவு உண்டாக்குகிறது. வில் மின்னோட்டம் இயல்பாக அதன் சுழி மதிப்பை அடையும்பொழுது, மின்வாய்களின் நுனி முனையில் போதுமான மின்னழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இத் தன்மை, மின் வில்லினை நிலைநிறுத்தப் பெரிதும் உதவுகிறது.

மேலும், உலோகம் உருகிய நிலையில் மின்வாயினையும், பற்றவைக்கும் பொருளினையும் ஒன்றாகச் சேர்ப்பதின்மூலம் முழுமையான குறுக்குச் சுற்றுப் பாதையை (complete short circuit) உண்டாக்குகிறது. எனவே, மின்வாய் நுனிக்கும், பற்றுவைக்கும் பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்தம் சுழி மதிப்பாகும்

இந்தக் குறுக்குச் சுற்றுப்பாதை நீங்கியவுடன் மின்வாய்க்கும் பற்றவைப்புப் பொருளுக்குமிடையே மீண்டும் மின்வில் ஏற்பட முழு மின்னழுத்தம் விரைவில் கிடைக்கும்படி மின்னாற்றுவாய் (supply source) அமைந்திருக்க வேண்டும். அதாவது இவற்றுக்கிடையே மிகையான மின்னழுத்த வளர்ச்சி வீதம் (rate of rise of voltage) இருக்க வேண்டுமென்பதே.

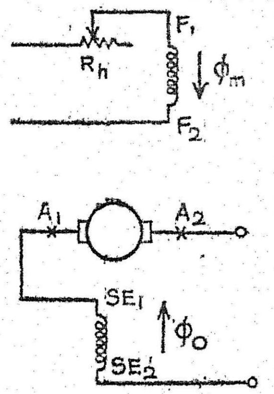
6-2-8-1. நேர் மின்னோட்ட வில் பற்றவைப்புத் தொகுப்புக் கருவி (D. C. welding set)

ஒரு மின் மோட்டாரினால் இயங்கும் நேர்மின்னோட்ட பற்றவைப்பு மின்னாக்கியைப் (generator) பயன்படுத்துவர். மோட்டார்-மின்னாக்கித் தொகுப்புக்கு (motor generator set) நேர் மின்னோட்ட வில் பற்றவைப்பு அமைப்பு (D. C. arc welding set) என்பர் இத்தகைய நேர்மின்னோட்ட மின்னாக்கிகளில் இரு வகையினைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

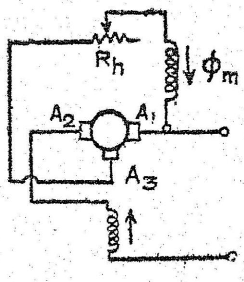
(1) எதிரீடு தொடர்புல மின்னாக்கி (தனிக் கிளர்ச்சி அல்லது தற்கிளர்ச்சி) (an opposition series generator separately or self excited)

(2) பிளவு-முனை மின்னாக்கி (split pole generator).

எதிரீடு தொடர் புல மின்னாக்கி



படம் 6-13 (அ)
தனிக்கிளர்வு



படம் 6-13 (ஆ)
தற்கிளர்வு

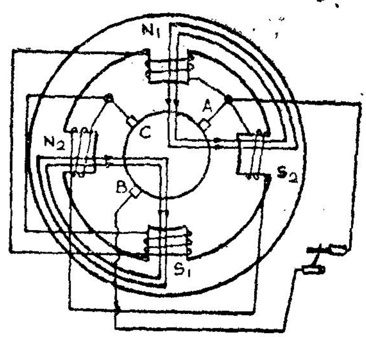
படம் 6-13 (அ)-ல் உள்ள மின்னாக்கியில் இரண்டு புலச் சுருணைகள் (field windings) உள்ளன. ஒரு புலச் சுருணை மாறு

திசை மின்னோட்டத்திலிருந்து, மின் அழுத்த ஒழுங்கு படுத்தி (*VR*) செலினியம் முழு அலை நிவர்த்திப்பான் (*SR*) ஆகியவற்றின் மூலமாக நேர் மின்னோட்டமாக ஆக்கப்பட்ட தோற்றுவாயுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. இங்ஙனம் நிவர்த்திக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தினால் இந்தப் புலச் சுருள் மின் வலிமை பெறுவதால் (energise) இதன் காந்தப் பாய்வு (ϕm) மாறா நிலையில் இருக்கும். மற்றொன்று எதிரீடு தொடர்புலமாகும். இது மின் பற்றவைப்புச் சுற்றதர் தொடர்நிலையில் (series) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். சுமை (load) இல்லாதபோது, இந்தப் புலச் சுருணையில் மின்னோட்டம் இருக்காது. ஆகவே, இத் தருணத்தில் மின்னாக்கியில் மின் இயக்கு விசை (emf), காந்தப் பாய்வு ϕ_m-ன் மதிப்பைப் பொறுத்திருக்கும். பற்றவைப்புச் சுற்றதரை இணைத்து மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், பற்றவைப்புப் பொருளுக்கும் மின் வாய்க்கும் இடையே மின் வில் உண்டாகும். அப்போது தொடர் புலச் சுருணையில் மாறுநிலையான காந்தப் பாய்வு ϕ_0 உண்டாகி தலையாய காந்தப் பாய்வினை (main flux) எதிர்த்து, ϕ_m-ன் மதிப்பினைக் குறைக்கிறது. பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் அதிகரித்தால், தொடர்புல காந்தப் பாய்வு ϕ_0-ம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் தலையாய காந்தப் பாய்வின் வலிமை குறைந்து, ஈற்று மின்னழுத்தத்தைக் (terminal voltage) குறைச்கச் செய்கிறது. குறுக்குச் சுற்றுப்பாதை (short circuit) ஏற்படும் பொழுது, இந்த இரண்டு காந்தப் பாய்வுகளின் அளவுகள் கிட்டதட்ட சமமாக இருப்பதால், மொத்த காந்தப் பாய்வு சுழி மதிப்பை அடைகிறது இதனால், மின்னாக்கியின் ஈற்று மின்னழுத்தம் சுழி மதிப்புக்கு வீழ்ச்சியடைகிறது. ஆகவே, கீழ்நோக்கி இறங்கும் வோல்ட்டு - ஆம்பியர் சிறப்பியல்பினை (drooping volt and characteristic) இந்த எதிரீடு தொடர்புலச் சுருள்மூலம் பெறலாம். தற்கிளர்வு எதிரீடு தொடர் புல மின்னாக்கி படம் 6-13 (ஆ)-வில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. தலையாய புலச் சுருணை (armature winding) மூலமாகப் படம் 6-13 (ஆ)-ல் காட்டியபடி மின் வலிமை பெறுகிறது. ஆகவேதான் இந்த மின்னாக்கியில் A_3 என்ற மூன்றாவது பிரசு (brush) இருக்கிறது. இந்தப் பிரசு தலையாய பிரசுகளான A_1-க்கும், A_2-க்கும் இடையில் பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது. மின் சுமையுள்ளபோது பிரசு A_1-க்கும், பிரசு A_3-க்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்தம் நிலையானது. இதனால், தலையாய காந்தப் பாயம் ϕ_M மாறா நிலையில் இருக்கும். ஆனால், பிரசு A_1-க்கும், A_2-க்கும் இடையே பற்றவைப்புப் பொருளுடன் தொடர் நிலையில் இணைக்கப்படும் தற்கிளர்வு புலச்சுருணையின் காந்தப் பாய்வு, பற்றவைப்பு, மின்னோட்ட வலிமைக்கு ஏற்றவாறு மாறுபட்டு, கீழ்நோக்கி இறங்கும் வோல்ட்டு ஆம்பியர் சிறப்பியல்பினைத் தரக்கூடியதாய் அமைந்

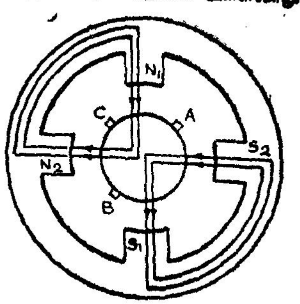
துள்ளது. கையாலும் (manual) தானாகவே இயங்கும் பற்ற வைப்புகளுக்கு இந்த மின்னாக்கியைப் பயன் படுத்துகின்றனர். எதிரீடு தொடர்புலச் சுருளில் உள்ள மடைகளை (taps) மாற்றியும் தலையாய புலச் சுருணையில் உள்ள தடை மாற்றியினை வேறுபடுத்தியும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப் படுத்தலாம்.

பிளவு முனை மின்னாக்கி (Split pole generator)

பிளவு முனை மின்னாக்கியில் (split pole generator) மொத்தம் நான்கு காந்தப் புல முனைகளும் (field poles), மூன்று பிரசுகளும் (brushes) இருக்கின்றன. பொதுவாக எல்லா மின்னாக்கிகளிலும் வடக்கு, தெற்கு துருவ முனைகள் மாறி மாறிவரும். ஆனால், இந்தப் பிளவு முனை மின்னாக்கியில் இரண்டு வடக்கு துருவ முனைகளும் படம் 6-14 (அ)-ல் காட்டியபடி அருகருகே இருக்கும். இரண்டு பக்க முனைகள் ஒரே துருவ முனை கொண்ட காந்தப் புலம் உடையதாய் அமைக்கப்பட்டிருப்பதால், இந்த மின்னாக்கி நான்கு புல



படம் 6-14 (அ)
பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் இல்லாதபோது



படம் 6-14 (ஆ)
பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் உள்ளபோது

முனைகளைப் பெற்றிருந்தாலும் இருபுல முனை மின்னாக்கியாகவே இயங்கும். பற்றவைப்பு சுற்றதர் பிரசுகள் *A*-க்கும், *B*-க்கும் இடையே இணைக்கப்பட்டுள்ளன. காந்தப் புலச் சுருணைகள் பிரஷ் *A*-க்கும், *C*-க்கும் இடையே அமைக்கப் பட்டுள்ளன. சுமை மின்னோட்டம் இல்லாத போது உண்டாகும் காந்தப் பாய்வு (magnetic flux) படம் 6-14 (அ)-லும், சுமை மின்னோட்டம் உள்ள போது (அதாவது மின்னியக்கி பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் போது உண்டாகும் காந்தப் பாய்வு படம் 6-14 (ஆ)-லும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

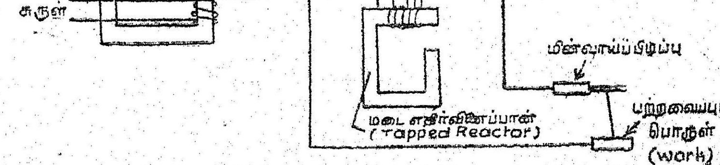
மின்னக எதிர்வினைப் பாய்வு (armature reaction flux) N_2, S_2, முனைகளின் தலையாய காந்தப் புலப் பாய்வுக்கு உறுதுணையாகவும் அமைந்திருப்பதை மேற்குறித்த படங்களிலிருந்து தெளிவாகிறது. N_2, S_2, காந்த முனைகளில் எவ்வளவு காந்த இறக்கம் (demagnetisation) ஏற்படுகிறதோ அந்த அளவு காந்த ஏற்றம் N_2, S_2 முனைகளில் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஏனெனில் N_1, S_1 முனைகளில் ஏற்கெனவே நிறைவுற்ற நிலையில (saturated condition) காந்த மடையப் பட்டுள்ளது. ஆகவே, பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, காந்த இறக்கமும் அதற்கேற்றவாறு குறைந்து கொண்டேவரும். இங்ஙனம் தேவையான கீழ் நோக்கி வளையும் சிறப்பியல் வளை கோட்டினைப் (drooping characteristics) பெறலாம். மேலும் பிரசு A-க்கும், C-க்கும் இடையே உள்ள காந்தப் புலம், செலுத்தப்படும் மின் சுமையின் அளவிற்கேற்றவாறும், மாறுபடும். மின்னழுத்த வீழ்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு மாறுபாடடையாமல், நிலைத்து இருக்கிறது. இங்ஙனம் காந்தப் புலம் நிலையான மின்னழுத்தத்தைப் பிரசு A-வுக்கும், C-வுக்கும் நடுவே பெறுகிறது.

பல் வேறு வகை நேர்மின் பற்றவைப்புச் செயல் வகைகளுக்கு (multi operator D. C. welding set) தட்டையான வோல்ட் - ஆம்பியர் சிறப்பியல்பு (flat volt - Ampere characteristics) கொண்ட கூட்டு - மின்னாக்கியைப் பயன் படுத்துகின்றனர். கீழ் நோக்கி வளையும் சிறப்பியல்பு வளை கோட்டினையும், மின்னோட்டக் கட்டுப் பாட்டினையும் மின் வில் - சுடருடன் தொடரிலையாக இணைக்கப்படும் தடைமாற்றம் - நிலைப்படுத்திகளைக் (ballast rheostat) கொண்டு பெறலாம்.

6-2-8-2. மாறுதிசை மின்னோட்டப் பற்றவைப்பு அமைப்புக் கட்டுப்பாடு

ஒரே வேலைப்பாட்டுக்குத் தேவையான மாறுகிற மின்னோட்ட பற்றவைப்பு, கீழ்க்கண்ட வகைகளில் கட்டுப்படுத்தலாம்.

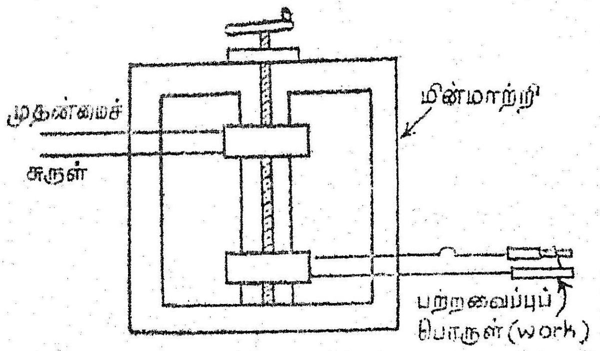
6-2-8–2 (அ) மடை எதிர் வினைப்புச்சுருள் (Tapped reactance core) முறை



படம் 6-15 (அ)
மடை எதிர் வினைப்புச் சுருள்

இம் முறையில் வெளியீடு மின்னேட்டம் (output current) எதிர் விளைப்புச் சுருளில் உள்ள மடைகள் மூலம் மாற்றியமைக்கலாம். இங்ஙனம் அமைக்கப்பட்ட மின்னேட்டங்களின் அளவுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்புக்குள் தான் இருக்கும்.

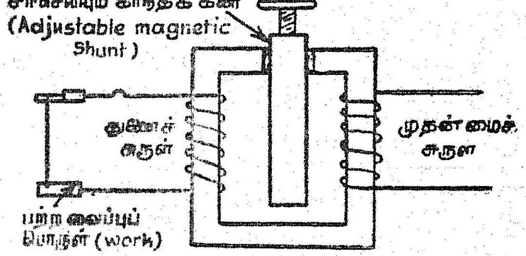
6-2-8-2 (ஆ) இயங்கும் சுருள் முறை



படம் 6-15 (ஆ)
இயங்கும் சுருள் முறை

இந்த முறையில் ஒரு மின்மாற்றியில் உள்ள முதன்மைச் சுருளுக்கும், துணைச் சுருளுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை அதிகமாக்கியோ அல்லது குறைத்தோ தேவையான அளவு மின்னேட்டத்தைப் பெறலாம்.

6-2-8-2 (இ) காந்தக் கிளை முறை (Magnetic Shunt Method)

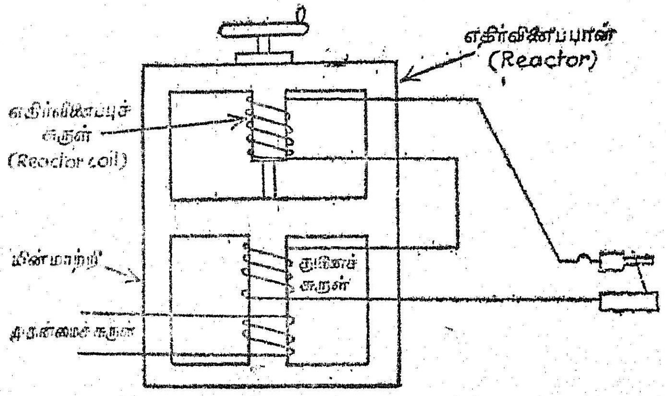


படம் 6-15 (இ)
காந்தக்கிளை முறை

நடுவில் உள்ள காந்தக் கிளையின் நிலையை மாற்றுவதால் கிளை புலப்பாய்வின் அளவு மாறுபடுகிறது. ஆகவே, வெளியூடு

மின்னோட்டம் மாற்றம் மடைகிறது. நடுவில் உள்ள உள்ளகத்தை (central core) எவ்வளவு தூரம் உள்ளே செலுத்துகிறோமோ அதற்கு இணையாக மின்னோட்ட அளவும் குறையும்.

6-2-8-2. (ஈ) தொடர் மின் நிலைமைச் சுருள் மாற்ற முறை (Continously variable reactor method) :



படம் 6-15 (ஈ).

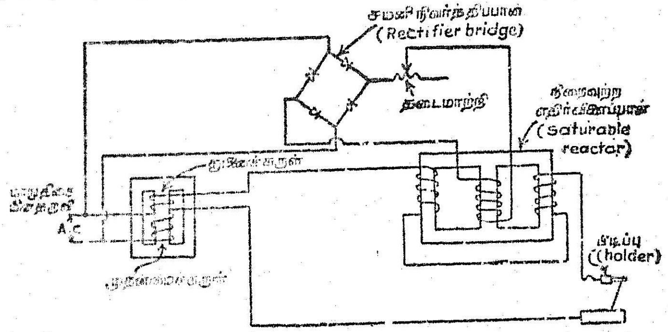
தொடர் மின் நிலைமைச் சுருள் மாற்ற முறை

மின் நிலைமச் சுருளின் உள்ளகத்தின் உயரத்தை மாற்றுவதன் மூலம் வெயீட்டு மின்னோட்டத்தை மாற்றலாம். எவ்வளவுக்கெவ்வளவு உள்ளகம் உட்செல்லும் தூரம் அதிகமாகிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதன் எதிர் விளைப்பு (reactance) அதிகமாகிறது. எனவே, வெளிப்பாடு மின்னோட்டமும் குறைகிறது. உள்ளகம் உட் செல்லும் தூரம் குறைந்தால் மின்னோட்டம் அதிகமாகிறது.

6-2-8-2 (உ). நிறைவுற்ற மின் நிலைமச் சுருள் முறை (Saturable reactor method)

சமனி நிவர்த்திப்பானின் (Bridge rectifier) கிடைக்கும் நேர் மின்னோட்டக் கிளர்ச்சியின் அளவை மாற்றுவதினால் மின் நிலைமச் சுருளின் எதிர் விளைப்பை மாற்றலாம். நேர் மின்னோட்டக் கிளர்ச்சியை மாற்றுவதற்குத் தடை மாற்றி (Rheostat) உதவுகிறது. நடுவில் உள்ள மின் நிலைமச் சுருளின் நேர் மின்னோட்டத்தை அதிகமாகப் பாய்ச்சினால் இந்தச் சுருள் காந்த நிறைவுறை நிலையை அடைகிறது. ஆகவே, மின் நிலைமச் சுருளின் எதிர்விளை குறைகிறது. வெளிப்பாடு மின்னோட்டம் அதிகமானால், இதே

மாதிரி நேர் மின்னோட்டத்தைக் குறைத்து வெளியீட்டு மின்னோட்டத்தைக் குறைக்க வைக்கலாம்.

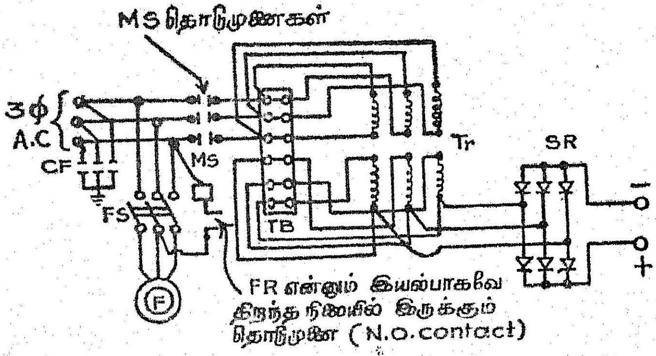


படம் 6-15 (உ).

நிறைவுற்ற மின் நிலைமச் சுருள் முறை

6-2-8-3. நிவர்த்திப்பான் வகைப் பற்றவைப்பு (Rectifier pety welding) :

நிவர்த்திப்பான் வகைப் பற்றவைப்பின் அடைப்பு படம் 6-16-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இதை அமைப்பில் ஒரு தாழ்வடுக்கு மின் மாற்றி (T_r) செலினியம் நிவர்த்திப்பான் (SR), ஒரு விசிறி F. தொடக்க இணைப்பி (switch gear) ஆகியவை



படம் 16.

நிவர்த்திப்பான் வகைப் பற்றவைப்பு

அடங்கியுள்ளன. முன்னிலை மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை (3 phase A C.) செலினியம் நிவர்த்திப்பான் நேர் மின்னோட்டமாக நிவர்த்திக்கப்படுகிறது. இங்ஙனம் நிவர்த்திக்கப்பட்ட நேர் மின்னோட்டத்தை வில் பற்றவைப்புக்கு வழங்குவர். இதில் பயன்

படுத்தப்படும் மின் மாற்றி மிகை எதிர் வினைப்புடைய வகையைச் (high reactance type) சார்ந்தது. இத் தன்மை வாய்ந்த மின் மாற்றியினைப் பயன்படுத்துவதால், கீழ்நோக்கி இறங்கும் வோல்ட்டு ஆம்பியர் சிறபியல்பினைப்பெற முடிகிறது.

ஈற்றுப் பலகையில் (terminal Board) உள்ள இணைப்புகளைக் (links) கொண்டு, மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருணையினை, துணைச் சுருணையும், முக்கிளை (star), அல்லது முக்கோண (delta) வடிவில் அமைக்கலாம்.

மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுக்கும் துணைச்சுருளுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியை மாற்றியமைப்பதின்மூலம், பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். கைச் சக்கரத்தைச் (hand wheel) சுற்றுவதன்மூலம், இந்தச் சுருள்களை மேலேயும் கீழேயும் நகர்த்துவதற்கேற்ப அவை அமைந்துள்ளன. மின்விசிறி கொண்டு மின்மாற்றியையும், நிவர்த்திப் பானையும் குளிர வைப்பர்.

FS என்னும் விசிறி இணைப்பியினை (fan switch) மூடியவுடன் விசிறி முந்நிலை மின்னூற்றுத் தொடர்பினைப் பெற்று (three phase supply) இயங்கத் தொடங்குகிறது. விசிறி நன்கு ஓட ஆரம்பித்த பிறகு, குறிப்பிட்ட காற்றழுத்தத்தினால் இயங்கவல்ல ஒரு விசிறி உணர்த்தியை (fan relay) இயங்க வைக்கிறது. இந்த விசிறி உணர்த்தியின் இயல்பாகத் திறந்திருக்கும் தொடுமுனை (normally open contact) *FR* ஐ மூடி, *MS* என்ற தொடுவிச் சுருளினை (contactor coil) மின்வலிமையுடையதாக்குகிறது. *MS* தொடு முனைகள் மூடி முந்நிலை மின்னழுத்தத்தை மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுக்கு வழங்குகிறது.

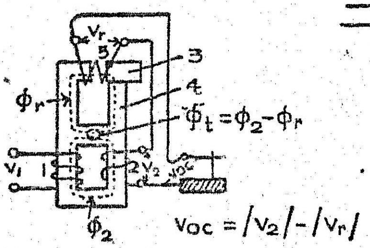
மின்தேக்கிகள் பெட்டி (capacitor bank) *CF*, வானொலி குறுக்கீடுகளைத் (radio interfencs) தடைப்படுத்துகிறது.

செலினியம் நிவர்த்திப்பான் முந்நிலை சமனிச் சுற்றதர் முறையில் (three prase bridge circuit) படம் 6-16-ல் காட்டியபடி இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், நிவர்த்திக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் சிற்றலைகள் சிறுமமாக இருக்கும்.

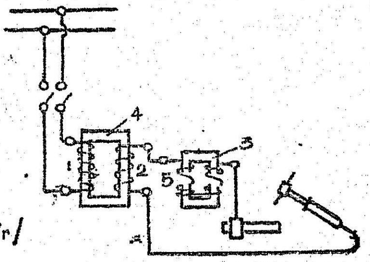
பற்றவைப்பு மின்மாற்றி: மின் பற்றவைப்புக்கான மாறுதிசை மின்னோட்டம் மின்மாற்றிகளின் மூலமாகவும் பெறுவர். நல்ல மின் பற்றவைப்பு கிடைக்கத் தாழ்வடுக்கு-மின்மாற்றி சுமையில்லாத

போது சுமார் 90 வோல்ட்டு மின்னழுத்தம் அதன் துணைச்சுருளில் கிடைக்கும்படி அமைக்க வேண்டும். மேலும், அதன் அமைப்புவில் பற்றவைப்புக்குத் தேவையான வோல்ட்டு ஆம்பியர் சிறப்பியல்புகளைக் கொடுக்கக்கூடியதாகவும், பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துந்திறன் வாய்ந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும்.

பற்றவைப்பு மின்மாற்றி இரு வகைப்படும். (1) எதிர்வினைப்பு வகை மின்மாற்றி (reactance type transformer) (2) உயர் எதிர்வினைப்பு மின்மாற்றி (high reactance transformer). எதிர்வினைப்பு முறை மின்மாற்றியில், பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தை மாற்றுவதற்கேற்ப அசையும் உள்ளகத்தைக் (moving core) கொண்டது. இந்த எதிர்வினைப்பு (reactor) தலையாய மின்மாற்றியினுள்-இணைக்கப்பட்ட ஒரு பகுதியாகவோ (integral) [படம் 6-17 (அ)] அல்லது மின்மாற்றிக்கு வெளியிலே (external) இணைக்கப்பட்ட பகுதியாகவோ [படம் 6-17 (ஆ)] இருக்கும்.



படம் 6-17 (அ)
தலையாய மின்மாற்றியில் இணைக்கப்பட்ட ஒரு பகுதி



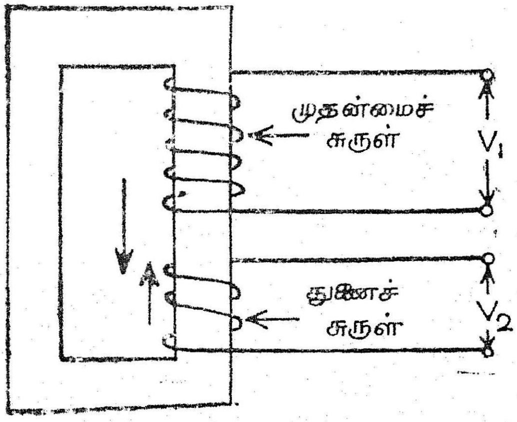
படம் 6-17 (ஆ)
தலையாய மின்மாற்றியில் வெளியே இணைக்கப்பட்ட பகுதி

மின்மாற்றியினுள் இணைக்கப்பட்ட பகுதியில் [படம் 6-17 (அ)]ல் பொதுவான காந்த சுற்றதர் 4-உடன் (common magnetic circurit) மூன்று சுருள்கள் அடங்கியுள்ளன. (முதன்மைச் சுருள் 1, துணைச்சுருள் 2, எதிர் வினைப்புச்சுருள் 5). சுருள் 1-ம், சுருள் 2-ம் சேர்ந்து செய்யும் வினையினால் தலையாய காந்தப் பாயம் ϕ_2 கிடைக்கும். சுருள் 5-ல் உண்டாகும் காந்தப்பாயம் ϕr தலையாய காந்தப் பாயத்தை எதிர்க்கும் திசையில் அமைந்திருப்பதால், வில்லின் மின்னழுத்தமானது துணைச் சுருள்-மின்னழுத்தத்திற்கும் எதிர் வினைப்புச் சுருளின்-மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசம்

ஆகும். அசையும் உள்ளகம் (moving-core) 3 ஐ நகர்த்துவதன் மூலம், பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இத்தகைய மின்மாற்றிகள் 500, 1000, 2000 ஆம்பியர்கள் வரை மின்னோட்டத்தை அளிக்க வல்லது. படம் 6-17 (ஆ)-ல் காட்டப் பட்டுள்ள தலையாய மின்மாற்றியின் முதன்மைச்சுருள் 220/380 வோல்ட்டு மின்னழுத்த மின்னூற்றுடன் இணைத்தால், துணைச் சுருளில் 55 அல்லது 65 வோல்ட்டு கிடைக்கும் மின்மாற்றிக்கு வெளிப்புறத்தில், எதிர்வினைப்புச்சுருள் 5-ஐக் கொண்ட மின்னோட்ட ஒழுங்குபடுத்தி (3) (current-regulator) உள்ளது. மின்னோட்ட ஒழுங்குபடுத்தியின் மூலம் பற்றவைப்பு மின்னோட்டத் தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இதில் பிளவு உள்ளகமும் (split core) எதிர்வினைப்புச் சுருளும் இருக்கின்றன. குறுக்குச் சுற்றுப்பாதை மின்னோட்டத்தின் (short circuit current) போது, வில் மின்னழுத் தம் சுழி மதிப்புக்கு வீழ்ச்சியடைகிறது. எதிர் வினைப்புச்சுருள் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி இருக்கும் சிறப்பியல்பினைப் பெற்றிருக் கிறது. ஒழுங்குபடுத்தி உள்ளகத்தில் உள்ள காற்று இடை வெளியை மாற்றுவதன்மூலம், எதிர்வினைப்பு (induction reactance) அளவினை மாற்றலாம். ஆகவே, பற்றவைப்பு மின்னோட்ட அளவும் மாறுபடும். அதாவது காற்று இடைவெளியை அதிகரித்தால், காந்தத்தடை அதிகரிக்கிறது. இதனால், காந்தப் பாயம் அளவு குறைந்து, குறைந்த எதிர் மின்னோட்டம் உண்டாகி, பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தை அதிகமாக்குக்குகிறது. காற்று இடைவெளியைக் குறைத்தால் பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் குறை கிறது. 60 முதல் 700 வரை ஆம்பியர்கள் மின்னோட்டம் கொடுக்க வல்ல இத்தகைய பற்றவைப்பு மின்மாற்றிகள் தயாரிக்கப்படு கின்றன.

உயர் எதிர் வினைப்பு மின்மாற்றியில் (high-reactance transformer) உள்ள முதன்மைச் சுருளுக்கும் துணைச்சுருளுக்கும் இடையே இருக்கும் இடைவெளியினை (spacing) வேண்டிய அளவுக்குக் குறைக்கச் செய்தோ அல்லது அதிகரிக்கச் செய்தோ தேவையான பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தினைப் பெறலாம். படம் 6-17 (இ)-ல் காட்டியுள்ள மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளினையும் துணைச்சுருளினையும் வெகு அருகில் கொணர்ந் தால், கசிவு-எதிர்வினைப்பு (leakage-reactance) குறைந்து, இரு- சுருள்களுக்கு இடையே இருக்கும் காந்தப் பிணைப்பு (magnetic coupling) அதிகரிக்கிறது. இதனால், பற்றவைப்பு-மின்னோட்டத் தின் அளவு உயர்கிறது. மாறாக இந்த இரண்டு சுருள்களுக்கு இடையே இருக்கும் இடைவெளியினை அதிகரித்தால், கசிவு எதிர்

வினைப்பு அதிகரித்து, காந்தப்பிணைப்பினைக் குறைக்கிறது. இதனால், பற்றவைப்பு மின்னோட்டமும் குறைகிறது.



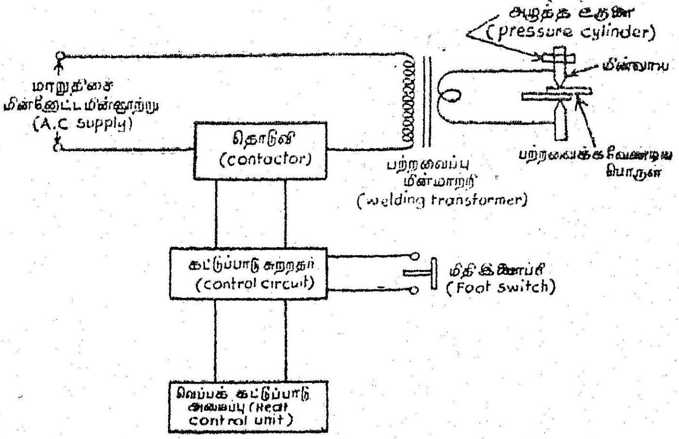
படம் 6–17 (இ)
உயர் எதிர்வினைப்பு மின்மாற்றி

6-3. மின்தடைப் பற்றவைப்புக்கான எலெக்ட்ரானிக் கட்டுப்பாடுகள் (Electronic control of resistance welding)

குறைந்த தன் தடை எண் (resistivity) கொண்ட உலோகங்களையும், மெல்லிய உலோகத் தகடுகளையும் அல்லது சிறிய உலோகக் கம்பிகளையும் எளிதில் பற்றவைக்க முடியாது. மேலும் மெல்லிய தகட்டினை, கனமான தகட்டுடன் பற்றவைப்பது கடினம். உயர் வெப்பக் கடத்துந்திறன் (high thermal conductivity) அழுத்தத்தோடு மாறுபடும் தொடு மின்தடை (variation of contact resistance with pressure), வெப்ப எண் (specific heat), உலோகங்கள் (உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பங்கள் (latent heats of fusion of materials) போன்றவைகள் பற்றவைப்பின் தன்மையில் மாறுதலை விளைவிக்கக் கூடியவைகள். சரியான நுட்பம் வாய்ந்த பற்றவைப்புக் கிடைக்க வேண்டுமானால், எலெக்ட்ரானிக் கட்டுப்பாடு அவசியம். எலெக்ட்ரானிக் கட்டுப்பாட்டினால், பற்றவைப்பு மின்னோட்டத்தின் அளவு, காலப்பகுதி ஆகியவற்றைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். அலுமினியம், கறை பிடிக்கா எஃகு போன்ற உலோகங்களைப் பற்ற வைக்கச் சில சுற்று நேரங்களில் (a few cycles) எலெக்ட்ரானிக் கட்டுப் பாட்டின் மூலம் பற்ற வைப்பர். [50 சுற்றுகள் கொண்ட ஒரு மின்னாற்றில் (50 cycle supply) 1 சுற்று நேரம் = 0·02 விநாடி].

மின் தடைப் பற்றவைப்புக்கான அடிப்படைச் சுற்றதர் (Basic circuit for resistance welding)

இதனுடைய அடிப்படைச் சுற்றதர் ஒன்றினைப் படம் 6-18-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச் சுற்றதரில் ஒரு பற்றவைப்பு மின்மாற்றியும், (welding transformer) ஒரு தொடர்கம்பி தொடுவியும் (line contractor) உள்ளது. சாதாரண இணைப்பி (simple switch) அல்லது காந்தக் கட்டுப்பாடுடைய தொடுவியைப் (magnetically controlled contactor) பயன் படுத்தினால், சரி நுட்பமான பற்றவைப்புக்கிடைப்பது அரிது. ஆகவேதான், இவற்றிற்குப் பதிலாக இக்னிட்ரான் தொடுவிகளைப் பயன் படுத்தித் துல்லியமான பற்றவைப்பினைப் பெறுகின்றனர்.



படம் 6-18.

வெப்ப கட்டுப்பாடு அமைப்பு

இக்னிட்ரான் தொடுவியின் வேலை என்னவென்றால் பற்றவைப்பு இடைவெளி நேரத்தில் (during welding interval) பற்றவைப்பு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளை, மாறுதிசை மின்னோட்ட மின்னூற்றுடன் (A C. supply) இணைப்பதே. பற்றவைப்புத் துணைச்சுருளின் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை (number of turns) மிகக் குறைவு. ஆனால், இவற்றினூடே, உயர் பற்றவைப்புக்குத் தேவையான பல ஆயிரம் ஆம்பியர்கள் மின்னோட்டம் பாய்வதற்கேற்ப இந்தத் துணைச்சுருள்கள் அமைந்திருக்கும்.

கட்டுப்பாடு சுற்றதர் (control circuit) மூலம் வெவ்வேறு காலமானிகளைத் தானே இயங்கு முறையில் (automatic) இயக்குப

வரின் (operator) மிதியிணைப்பினை மூடிச் செயல்படுத்துவர். முதல் காலமானியை இயங்கவைத்து, அழுத்த உருளையில் காற்றினைச் செலுத்தி மின்வாய்களைப் பற்றவைக்கும் பொருளுடன் பொருத்த வைப்பர். பின்னர் இக்னிட்ரான் தொடுவியை இணைத்து, பற்ற வைப்புப் பொருளினூடே உயர் மின்னோட்டத்தினைச் செலுத்துவர்

நல்ல தன்மையான பற்றவைப்புக் கிடைக்க, பற்றவைப்பு இடைவெளி நேரத்தினை மாற்றினால் மட்டும் போதாது. பற்ற வைப்பு மின்னோட்டத்தின் அளவினையும் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். பற்றவைப்பு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் உள்ள மடை களை (taps) மாற்றுவதன்மூலம், பற்றவைப்பு மின்னோட்ட அளவினைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இதில் உள்ள குறைகள் என்ன வெனில் (i) சிறிய அளவு வெப்ப மாற்றினைச் (small variations of heat adjustment) செய்ய முடியாது. (ii) பற்றவைப்பு நடக்கும் பொழுது மின்மாற்றியின் மடைகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றொரு மடைநிலைக்கு மாற்ற முடியாது. எலெக்ட்ரானிக் வெப்பக் கட்டுப் பாடு அமைப்பினைப் (electronic heat control unit) பயன்படுத்தி இக் குறைகளை நிவர்த்திக்கலாம். இந்த அமைப்பின்மூலம் மாறு திசை மின்னோட்டத்தின் ஒவ்வொரு பாதிச் சுற்றின்போது (each half cycle) நிலையான, முன்னமே தீர்மானிக்கப்பட்ட கோணத்தில் (definite predetermined angle), இக்னிட்ரானை எரிய வைப்பர். பற்றவைப்பு மின்மாற்றியின் இயல்பான திறன் கரணிக் கோணத்திற்கு (natural power factor angle) இயைந்த அளவில் இக்னிட்ரானை எரிய வைத்தால், முதன்மைச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் தொடர்ச்சியாக இருப்பதுடன் பெரும வெப்பமும் கிடைக்கிறது.

மின்தடைப் பற்றவைப்புக்கான எலெக்ட்ரானிக் கட்டுப் பாட்டியக்கத்தினை நன்கு அறிந்துகொள்ள இந்த முழு அமைப்பினை மூன்று பிரிவுகளாகக் கீழ்க்கண்டவாறு பிரித்து ஒவ்வொரு பிரிவின் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிப் பார்ப்போம்:

(1) தைரட்ரானும் அதனுடைய வெப்பக்கட்டுப்பாட்டின் அமைப்பும்.

(2) இக்னிட்ரான் தொடுவி.

(3) மாறுதிசை மின்னோட்டக் காலமானியின் சுற்றதரும் (A. C. timer circuit), பற்றவைப்புக் காலமானிகளின் தொடர் இயங்கங்களும் (sequence of weld timers).

6-3-1. தைரட்ரான் (Thyratron)

தைரட்ரானில், ஒரு டிரையோடில் (triode) உள்ளதுபோல், எதிர்மின்வாய் (cathode), வலை (grid) நேர்மின்வாய் (anode) ஆகிய மூன்றும் அடங்கியுள்ளன. ஆனால், தைரட்ரானின் உட்பாகம் வெற்றிடமாயின்றி வாயு அல்லது ஆவியை உடையதாய் இருக்கும். ஆகையால், இதை வாயு நிறைந்த வெப்ப அயனி டிரையோடு (gas filled thermionic triode) என்றும் கூறுவர். இந்த வால்வில் (valve) வாயு உள்ளதால், இதன் பண்புகள் சில வழிகளில் வேறுபட்டு உள்ளன.

டிரையோடில் உள்ள எதிர் மின்வாயிலிருந்து விடுபட்ட எலெக்ட்ரான்கள், அதன் மேற்புறத்தில் உள்ள இடத்தில் திரளாகக் குவிந்து மேகம்போல் ஆகி ஒரு சமநிலையை (equilibrium) ஏற்படுத்துகிறது. அப்போது எதிர் மின்வாயிலிருந்து வரும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை அதன் மேலிருக்கும் எலெக்ட்ரான் மேகத்திலிருந்து (electron cloud) திரும்பி வருவனவற்றிற்குச் சமம் (இது மூடியிருக்கும் பாத்திரத்திலுள்ள திரவத்தின் மேலிருக்கும் ஆவியின் மாறு அழுத்தத்தை ஒத்திருக்கிறது). இந்த எலெக்ட்ரான் மேகமே இடமின்னூட்ட விளைவிற்குப் (space charge effect) பொறுப்பாயிருந்து, தகட்டின் அதிக மின்தடைக்குக் (plate resistance) காரணமாகிறது. ஆனால், வாயு நிரம்பிய குழாயில், தகட்டு மின்னோட்டம் தொடங்கிய உடனே, பாய்ந்து செல்லும் எலக்ட்ரான்கள், வாயு அணுக்களுடன் மோதி, ஏராளமான எலெக்ட்ரான்களை வெளிப்படுத்துவதன், வாயு அணுக்களை நேர்மின் அயனிகளாக்குகிறது. ஆகவே, தகட்டை வந்தடையும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை, எதிர் மின்வாயிலிருந்து புறப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைவிட அதிகம். மேலும், நேர்மின் அயனிகள், எதிர் மின்வாயை நோக்கிச் செல்லும்பொழுது, இடமின்னூட்ட விளைவினையை (space charge effect) ஈடுகட்டுகின்றன. இதனால். தகட்டு மின்தடை மிகக் குறைந்த மதிப்புடையதாயிருக்கும். ஆகவே, தகட்டுச் சுற்றதரில் (plate circuit), தகட்டு மின்னோட்ட அளவினைக் கட்டுப்படுத்த ஒரு மின்தடைச் சுமையைத் தொடரில் இணைப்பர்.

6-3-1-1 வலைக் கட்டுப்பாட்டின் செய்வினை (Action of grid control)

வெற்றிடக் குழாயில் வலை மின்னழுத்தம், தகட்டு மின்னோட்டத்தைத் துவங்கச் செய்வதுடன், நேர்மின்வாய்த் தகட்டினை

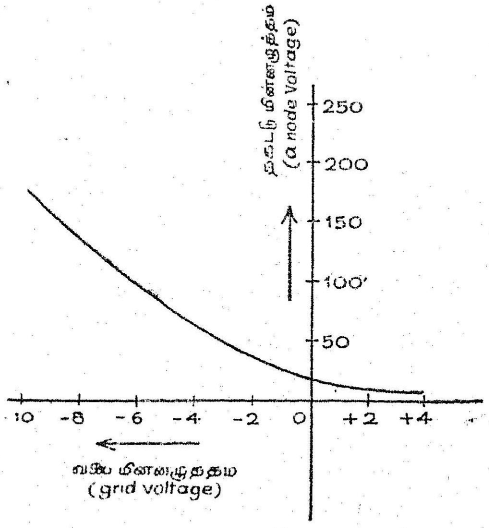
நோக்கிச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைத் தேவைக் கேற்பக் கூட்டியோ அல்லது குறைக்கவோ செய்து ஒழுங்கு படுத்துகிறது (regulate). அதாவது தகட்டு மின்னோட் டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. மாருக வாயு நிரம்பிய குழாயில், தகட்டு மின்னோட்டமிராதவாறு தொடங்குதலே வலைக்கு (grid) அதிகமான எதிர் மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும். பிறகு கொஞ்சம் கொஞ்சமாக வலையின் (grid) எதிர் மின்னழுத்தத்தைக் குறைத்துக் கொண்டே வந்தால், வாயுவில்லாத வால்வில் தகட்டு மின்னோட்டம் எங்குத் துவங்குமோ, அந்த அளவு வந்ததும், தகட்டு மின்னோட்டம் சுழி மதிப்பிலிருந்து திடீரென்று உச்ச அளவுக்கு உயர்ந்து விடுகிறது. இவ்வாறு மின்னோட்டம் தொடங்கிய பிறகு வலைக்கு (grid) அதன் மேல் ஒரு கட்டுப்பாடும் இல்லை. அதாவது வாயு நிரம்பிய குழாயில், வலை மின்னழுத்தம், தகட்டு மின் னோட்டத் துவக்கத்தைத்தான் கட்டுப்படுத்தும். தகட்டு மின் னோட்டம் ஆரம்பித்த பிறகு, வலைக்கு (grid) அதன் மேல் கட்டுப் படுத்துந் திறன் இல்லாமற் போகிறது. மேலும் வெட்டு, மின் னழுத்தத்திற்கு (cut off voltage) அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ மின்னழுத்தம் கொடுத்தாலும் தகட்டு மின்னோட் டத்தில் ஒரு மாறுதலும் ஏற்படாது. இதற்குக் காரணம் என்ன வென்ருல், தகட்டு மின்னோட்டம் தொடங்கிய உடனே, எதிர் மின் வாயிலிருந்து (cathode), நேர் மின்வாயை (anode) நோக்கிச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள், வாயு அணுக்களுடன் மோதி, கூடுத லான எலெக்ட்ரான்களையும், நேர் மின் அயனிகளையும் வழங்கு கின்றன. இந்த நேர்மின் அயனிகள் வலையைச் (grid) சூழ்ந்து, அதன் எதிர் மின்னூட்டத்தைச் சுழி மதிப்புடையதாக்கி விடுவ தால், வலைக்குத் தகட்டு மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப் படுத்துந் திறன் இல்லாமற் போகிறது.

மின்னோட்டத்தை நிறுத்த வேண்டுமானல், தகட்டு மின் னழுத்தத்தை (plate voltage) வால்வில் உள்ள வாயுவின் அயனி யாக்க மின்னழுத்தத்திற்குக் (ionisation potential) கீழே குறைக்க வேண்டும்.

6-3-1-2. தைரட்ரான் கட்டுப்பாடு (Thyratron control)

கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றதரில் (control circuit) தைரட்ரான் எப்படிச் செயல்படுகிறது என்பதனை அறிவதற்கு முன், தைரட் ரானின் எரியும் சிறப்பியல்பினைப் (firing characteristic) பற்றிப் பார்ப்போம்.

தகட்டின் மின்னழுத்தத்தின் பல்வேறு மதிப்புகளுக்கு இயைந்த மாறுநிலை வலை மின்னழுத்தைக் (critical grid voltage) கண்டு பிடித்து அதற்கும் தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ளது தொடர்பினைக் காட்ட ஒரு வளைகோடு படம் 6-19-ல் காட்டியுள்ள போல் வரையப்படுகிறது. தைரட்ரான் குழாய் வழியாக மின்

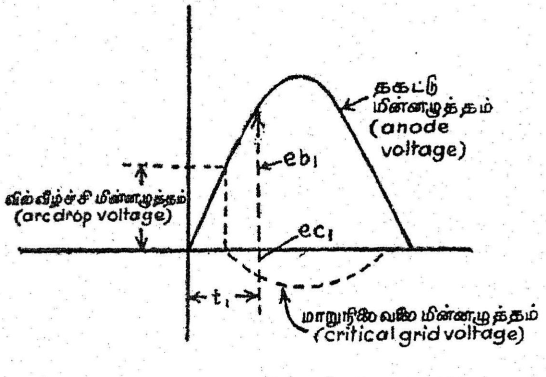


படம் 6-19.

மாறுநிலை வலை மின்னழுத்தத்திற்கும் தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினைக் காட்டும் வளைகோடு

கடத்தல் நிகழ்வதற்கு ஒவ்வொரு தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் தேவையான சிறும வலை மின்னழுத்தத்தின் அளவினை, இந்த வளைகோட்டினின்று பெறலாம். கொடுக்கப்படும் தகட்டு மின்னழுத்தம் (sine current) சைன் வளை கோடாய் இருந்தால், இந்த வளை கோட்டின் பல்வேறு தகட்டு மின்னழுத்த மதிப்புகளுக்கு இயைந்த மாறுநிலை வலை மின்னழுத்தத்தைக் கண்டுபிடித்துப் படம் 6-20-ல் காட்டியபடி ஒரு மாறுநிலை வலை மின்னழுத்த வளை கோட்டினை வரையலாம். வலை மின்னழுத்தம் சுழி மதிப்புடைய தாய் இருக்கும் பொழுது, குழாயில் மின் கடத்தல் தொடங்கு

வதற்குத் தகட்டு மின்னழுத்தம் வில் வீழ்ச்சி மின்னழுத்த அளவிற்கு மேல் இருக்க வேண்டும். வலை எதிர் மின்னழுத்தத்தின் அளவு அதிகமானால் குழாயில் மின் கடத்தல் நிகழ, தகட்டு மின்னழுத்தத்தின் அளவும் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். அல்லது தைரட்ரானில் மின் கடத்தல் நிகழ, தேவையான வலை எதிர் மின்னழுத்தம், மாறுநிலை வலை எதிர் மின்னழுத்தத்தைக் காட்டிலும் குறைவாயிருக்க வேண்டும் (less negative than the critical grid negative voltage). எடுத்துக்காட்டாக t_1 காலப்பகுதியில் தகட்டு மின்னழுத்தம் eb_1. இத் தகட்டு மின்னழுத்தத்தின் போது குழாயில் மின்னோட்டம் நிகழத் தேவைப்படும் பெரும் வலை மின்னழுத்தம் ec_1 ஆகும். இந்த அளவு அல்லது அதற்குக் குறைந்த வலை எதிர் மின்னழுத்தம் இருந்தால்தான் தகட்டு மின்னோட்டம் ஏற்படும். அதேபோல் குறிப்பிட்ட வலை மின்னழுத்தம் ec_1 ஆனால், குழாயில் மின்னோட்டம் நிகழத் தேவைப்படும் குறைந்த அளவு தகட்டு மின்னழுத்தம் eb_1 ஆகும். இந்த அளவு eb_1 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தகட்டு மின்னழுத்தம் இருந்தால்தான் தகட்டு மின்னோட்டம் ஏற்படும் என்பது புலனாகிறது.



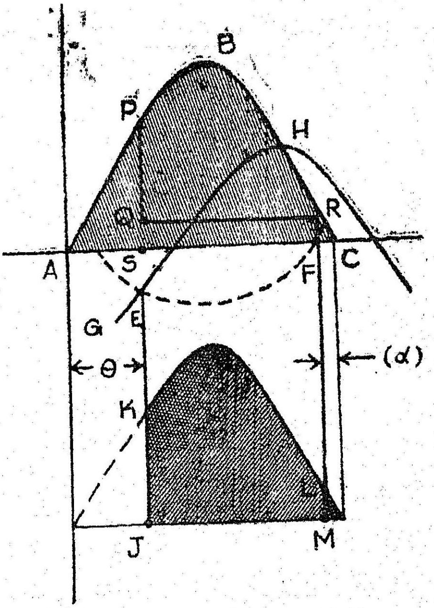
படம் 6-20.

மாறுநிலை வலை மின்னழுத்தம்

மின் தடைச் சுமையின் போது தைரட்ரானின் மின் கடத்தலைப் பற்றிப் பார்ப்போம்.

ABC என்பது தகட்டு மின்னழுத்தம் சைன் அலை (*es*). *DEF* என்பது மாறுநிலை வலை மின்னழுத்தம். *DEF* என்பது வலை மின்னழுத்தம் சைன் அலை கொடுக்கப்பட்ட வலை மின்னழுத்

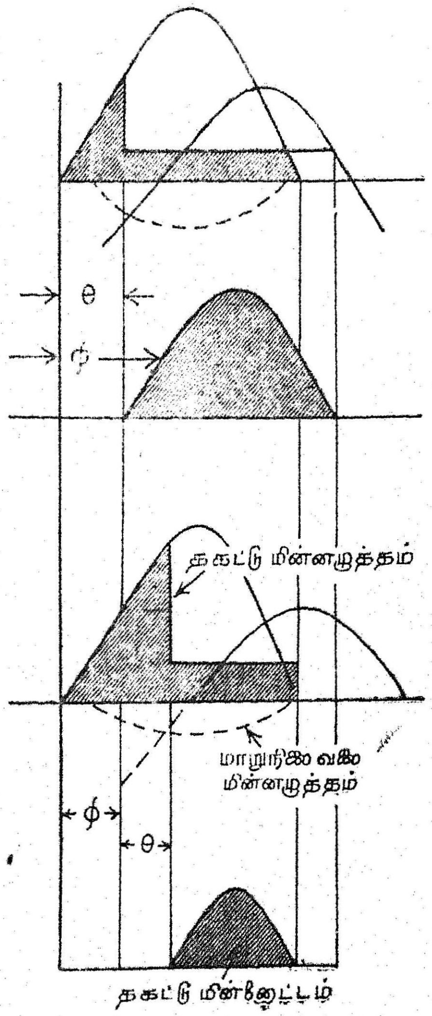
தமும், மாறுநிலை மின்னழுத்தமும் படம் 6-21-ல் காட்டியபடி E என்ற புள்ளியில் வெட்டுகிறது. இந்த நேரத்தில்தான் குழாயில்மின் கடத்தல் நிகழ்கிறது. மேலும் கொடுக்கப்பட்ட சுமை மின் தடையால் ஆனதால் மின்னோட்ட அளவு கண நேரத்தில் சுழி மதிப்பிலிருந்து JK அளவிற்கு உயர்ந்து, பிறகு கொடுக்கப் பட்ட தகட்டு மின்னழுத்த சைன் அலைக்கு ஏற்றவாறு மாறும். இதனை KL என்ற வளைகோடு குறிக்கிறது. தகட்டுக்கிடையே உள்ள மின்னத்தமும், SP யிலிருந்து SQ-க்குக் குறைந்து குழாயில் மின் கடத்தம் இருக்கும் வரை இந்தக் குறைந்த மின்னழுத்தம் நீடிக்கும். SQ என்ற குறைந்த மின்னழுத்தம் வில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சிக்குச் சமமாய் இருக்கும். இதுவே குழாயில் உள்ள வாயுவின் அயனித்தல் மின்னழுத்தம் (ionisation potential) ஆகும். கொடுக்கப்படும் தகட்டு மின்னழுத்த சைன் அலையின் மதிப்பு SQஐ விடக் குறைந்தால், குழாயில் மின் கடத்தல் இருக்காது. θ என்பது எரிதல் கோணம் (firing angle), α என்பது அணைதல் கோணம் (extinction angle).



படம் 6-21.
தைரட்ரானின் மின் கடத்தல்

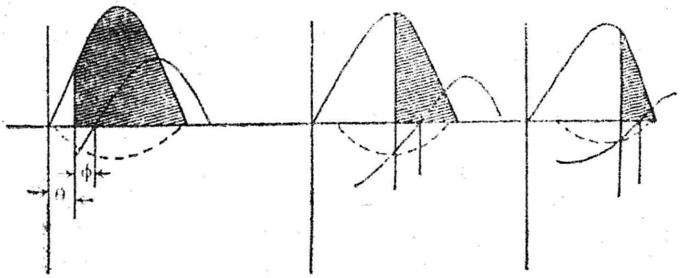
மின்நிலைமம் (inductauce), மின்தடை (resistance), இவற்றைக் கொண்ட சுமையாய் இருந்து, எரிதல் கோணம், சுமை

மறிப்புக்கோணம் (load inpedance angle) $\phi\left(=\tan^{-1}\frac{X}{R}\right)$-க்குச் சமமாய் இருந்தால், தகட்டு மின்னோட்டம் அதனுடைய முழு மதிப்பினைப் (full value) பெற்றிருக்கும். தகட்டு மின்னோட்டம் இருக்கும்வரை தகட்டு மின்னழுத்தம் படம் 6-22(அ)-ல் காட்டியபடி புள்ளி C-க்கு அப்பாலும் நேர் மின்னுடையதாக இருக்கும்.



படம் 6-22 (அ) & படம் 6-22 (ஆ)
மாறுநிலை மின்னழுத்தம்

எரிதல் கோணம் θ, கோணம் φ-க்கு அதிகமாய் இருந்தால் படம் 6-22(ஆ)ல் காட்டியபடி தகட்டு மின்னோட்டத்தின் அளவு குறைவாயிருப்பதுடன் அது நீடிக்கும் காலப் பகுதியும் (duration) குறைகிறது. ஆகவே, தகட்டு மின்னோட்டத்தின் அளவைக் குறைக்க வேண்டுமானால், எரியும்கோணத்தைஅதிகப்படுத்த வேண்டும். தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் வலை மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையேயுள்ள நிலைக் கோணத்தை (phase angle) மாற்றியமைப்பதின் மூலம் எரியும் கோணத்தின் அளவினையும் மாற்றியமைக்கலாம் [படங்கள் 6-23 (அ), 6-23 (ஆ), 6-23 (இ)]. இத்தகைய நிலை நகர்வினை (phase shift), கிடை (horizonral) நிலை நகர்வு என்பர்.



படம் 6-23 (அ) படம் 6-23 (ஆ) படம் 62-3 (இ)

தகட்டு மின்னழுத்தம்

வலை நிலைநகர்வு = $\phi < 90^\circ$ (grid phase shift)	வலை நிகர்வு ϕ 90°-க்கு மேல்	வலை நிகர்வு $\phi > 90 < 180^\circ$
	சிறிது அதிக மாய் உள்ளது	$\therefore \theta > 90^\circ < 180$
∴ எரியும் கோணம் $\theta < 90^\circ$	∴ எரியும் கோணம் 90-க்கு அருகில் இருக்கிறது.	

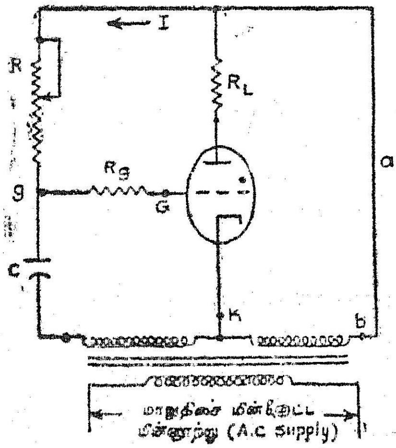
6-3-1-3. தைரட்ரானின் உந்தி நகர்வுக் கட்டுப்பாடு (Phase Shift Control)

இம்முறையில் தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும், வலை மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே உந்திக் கோணத்தைக் (phase angle) கட்டுப்படுத்துவதன் மூலம், தைரட்ரான் வால்வின் மின்கடத்தத்தையும் கட்டுப்படுத்தலாம்.

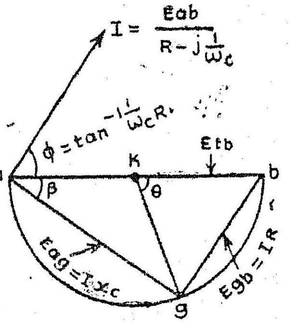
உந்தி நகர்வுக் கட்டுப்பாடுடன் கூடிய தைரட்ரான் நிவர்த்தியைப் படம் 6-24 (அ)-ல் காட்டியபடி அமைக்கவும்.

இந்தச் சுற்றதரில் (circuit), வலை மின்னழுத்தம் E_{Kg}-ம், தகட்டு மின்னழுத்தம் E_{kb}-ம் மாறும் மின்னழுத்தங்களையுடையன (வால்வில் மின் கடத்தம் இல்லாத போது, $E_{kp} = E_{kb}$. மேற்குறித்த சுற்றதர் அமைப்பில், வலை (grid) மின்னோட்டம் தவிர்க்கக் கூடிய அளவிற்கு மிகச் சிறியதென எடுத்துக் கொண்டால், மின்னழுத்தம் $E_{kG} = E_{kg}$ ஆகும்).

மின் தேக்கி C-ம், மின் தடைமாற்றி R-ம் கொண்ட ஓர் அமைப்பே, இங்கு உந்தி நகர்வுப் பெட்டியாக (phase shift box) விளங்குகிறது. வெக்டார் (நெறிய வரைபடம் 6-24 (ஆ)-ல் காட்டிய



படம் 6-24 (அ)
தைராட்ரான் நிவர்த்தி



படம் 6-24 (ஆ)
நெறிய வரை படம்

படி தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும் (E_{kb}), வலை மின்னழுத்தத்திற்கும் (E_{kg}) இடையேயுள்ள கோணம் θ ஆகும். மேலும், கோணம் $a\hat{g}b$ எப்பொழுதும் 90° ஆக இருக்கும்படி C என்ற புள்ளியின் நகர்வு இருக்கும். அதாவது, C என்ற புள்ளியின் இயக்கம் k யை மையமாகவும், ab யை விட்டமாகவும் கொண்டு வரைந்த விட்டத்தின் பரிதியில்தான் இருக்கும். எனவே, வலை மின்னழுத்த மதிப்பு E_{kg} எப்பொழுதும் நிலையானது. இச் சுற்றதரில் பாயும் மின்னோட்டம், கொடுக்கப்பட்ட மின்னழுத்தம் E_{ab} ஐ விட ϕ கோண அளவு படம் 6-24 (ஆ)-ல் காட்டியபடி முன்னேக்கி (lead) யிருக்கும். மின் தடையின் அளவினை மாற்றிய யமைப்பதின் மூலம் மறிப்புக் கோணம் (impedance angle) ϕ யினை $\left(= \tan^{-1}\frac{1}{w_c R}\right)$ மாற்றி அமைக்கலாம்.

கோணம் $Kg = \beta$ என்றால்

$$\beta = 90 - \phi = \tan^{-1} w_c R.$$

$ak = kb = kg =$ வட்டத்தின் ஆரம்.

$$\angle bkg = \angle kga + \angle kag.$$

$$\angle bkg = 2 \angle kag.$$

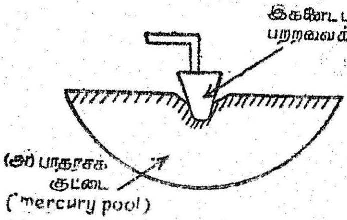
$$\theta = 2\beta = 2 \tan^{-1} w_c R.$$

R-ன் அளவைச் சுழி மதிப்பிலிருந்து, பெரும மதிப்பிற்கு மாற்றினல், θ-ன் அளவு சுழி மதிப்பிலிருந்து 180° வரை மாறும்.

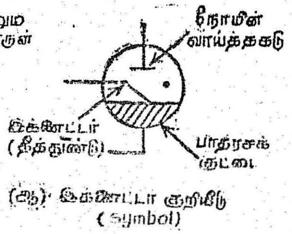
6-3-2. இக்னிட்ரான் (Ignitron)

இது வாயு நிரம்பிய இரு முனைக் குழாயைப் போன்றது (gas diode). இதில் இழைக்குப் (filament) பதிலாக மிக உயர்ந்த அளவில் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட குமிழினுள் உள்ள பாதரசக் குட்டை எதிர் மின்வாயாகப் (cathode) பயன்படுகிறது. கரித்தகடு நேர் மின்வாயாகவும் (anode), போரான் கார்பைடு (boron carbide) தீத்தூண்டும் பொருளாகவும் (ignitor) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது குளிர் எதிர் மின்வாய் வகையைச் (cold cathode type) சேர்ந்ததால், இந்தக் குழாய் (tube) மின்கடத்தலைத் துவக்குவதற்கு முன், எலெக்ட்ரான்களைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும்.

போரன் கார்பைடு என்ற தீத்தூண்டும் பொருள் பாதரசக் குட்டையில் படம் 6-25-ல் காட்டியபடி அமிழ்ந்திருந்தாலும், அதற்கிடையேயுள்ள மின்தடை 10 முதல் 500 ஓம்கள் வரை இருக்கும்.



படம் 6-25 (அ)
பாதரசக் குட்டை



படம் 6-25 (ஆ)
இக்னேட்டர் குறியீடு

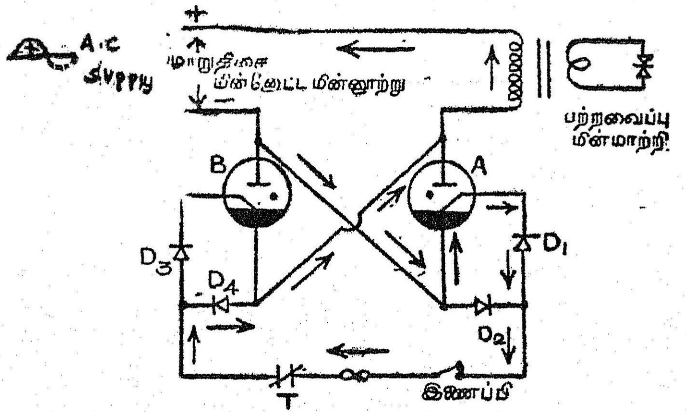
இந்த இக்னேட்டர் (ignitor) என்ற தீத்தூண்டும் பொருளுக்கும், பாதரசக் குட்டைக்குமிடையே முழு மின்னழுத்தம் (full voltage) கொடுத்தால் இவற்றிற்கிடையே மிகுந்த மின்புலம் (electric fielld) ஏற்பட்டு பாதரசக் குட்டையினின்று எலெக்ட்ரான்கள்

வெளிவிடப்படுகின்றன. இக்னைட்டர் என்னும் தீத்தூண்டில் பாயும் மின்னோட்டம் 20 முதல் 40 ஆம்பியர்கள் வரை இருக்குமானால், விடுபட்ட எலெக்ட்ரான்கள், போதுமான இயக்க ஆற்றலைப் பெற்றுப் பாதரச ஆவியின் அணுக்களுடன் மோதி ஏராளமான எலெக்ட்ரான்களை வெளிப்படுத்துவதோடு மட்டுமல்லாமல், பாதரச ஆவி அணுக்களை, நேர்மின் அயனிகளாக்குகின்றன. இப்படி விடுபட்ட நேர்மின் அயனிகள் எதிர் மின்வாயாகப் பயன்படுத்தப்பட்ட பாதரசக் குட்டையினால் ஈர்க்கப்படுகிறது. பாதரசக் குட்டை, இந்த நேர்மின் அயனிகளால் மோதலுண்டு, (bombard) ஏராளமான எலெக்ட்ரான்கள் பாதரசக் குட்டையிலிருந்து வெளிவிடப்படுகின்றன. இப்படி இரண்டாம் நிலை வெளியீட்டு (secondary emission) எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின் வாய்த்தகட்டினால் ஈர்க்கப்படுகின்றன. இந்தத் தலையாயத் (main) தகட்டு மின்னோட்டம் (plate current) தொடங்கிய உடன் இக்னைட்டர் மின்னோட்டத்தின் அளவு, தகட்டு மின்னோட்டத்தை ஒப்புநோக்க மிகச் சிறியதாய் இருக்கும். இந்தத் நிலையில் நேர்மின் வாய்க்கும் (anode), எதிர் மின்வாய்க்கும் (cathode) இடையே உள்ள மின்தடை, இக்னைட்டருக்கும் எதிர்மின் வாய்க்கும் இடையேயுள்ள மின்தடையுடன் ஒப்புநோக்க மிகக் குறைந்த அளவில் இருப்பதே இதற்குக் காரணம். மாறுதிசை மின்னோட்ட (A. C) மின்னழுத்த சுழற்சிகள் மாறி மாறி வரும்போது நேர்மின் வாய்த்தகடு, எதிர்மின் வாயை ஒப்புநோக்க, நேர் மின்னுடையனவாக (positive) இருக்கும் பொழுதெல்லாம் இந்த நிகழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. இப்படிப்பட்ட இக்னிட்ரான்கள் 40 முதல் 10,000 ஆம்பியர்கள் வரை மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் வலிமை பெற்றுள்ளன.

6-3-2-1. இக்னிட்ரான் தொடுவி (Ignitron Contactor)

பற்றவைப்பு வெப்பக் கட்டுபாட்டு அமைப்பில் (heat control unit) பயன்படுத்தப்படும். இக்னிட்ரான் தொடுவி ஒன்றினைப் (ignitron contactor) பற்றிப் பார்ப்போம். இரண்டு இக்னிட்ரான்களையும், நான்கு டையோடுகளையும் (diodes) கொண்டு பற்றவைப்பு மின்மாற்றியுடன் படம் 6-26(அ)-ல் காட்டியபடி இணைக்க வேண்டும். இணைப்பி '*S*' மூடப்பட்டதாக வைத்துக்கொள்வோம். மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நேர்குறியுடைய பாதி சுற்றில் (positive half cycle), பற்றவைப்புச் சுருள் மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளின் மேல்முனை, நேர்மின்னுடையதாக (positive) இருக்கும். இச் சமயத்தில் படம் 6-26(அ)-வில் காட்டியபடி எலெக்ட்ரான் ஓட்டம், குழாய் *A*-ல் உள்ள எதிர் மின்வாய்

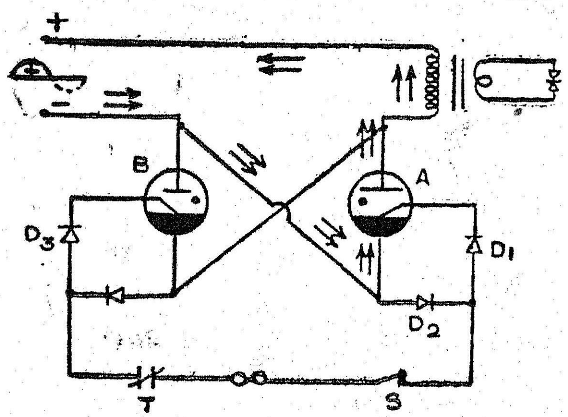
அதனுடைய இக்னைட்டர் டையோடு D_1, டையோடு D_4 மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருள் வழியாக ஏற்படுகிறது. டையோடு D_3, இந்த எலெக்ட்ரான், இக்னிட்ரான் குழாய் B-யில் உள்ள



படம் 6-26 (அ)

இக்னிட்ரான் தொடுவி

இக்னைட்டரிலிருந்து எதிர்மின்வாய் வழியாகச் செல்லுவதைத் தடுக்கிறது. குழாய் A-யில் எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் இருப்பதால்,



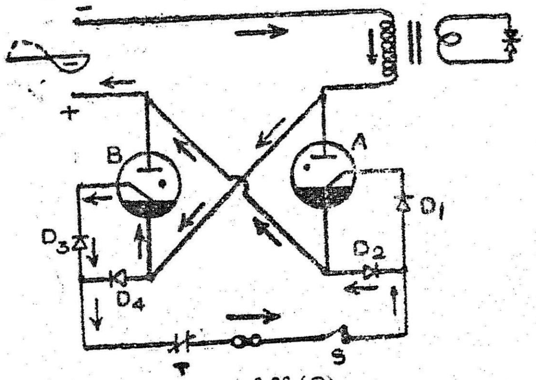
படம் 6-26 (ஆ)

இக்னிட்ரான்

அந்தக் குழாய் உள்ள இக்னைட்டர், குழாயை எரிய வைக்கிறது. எனவே, தலையாய எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் படம் 6-26 (ஆ)-ல்

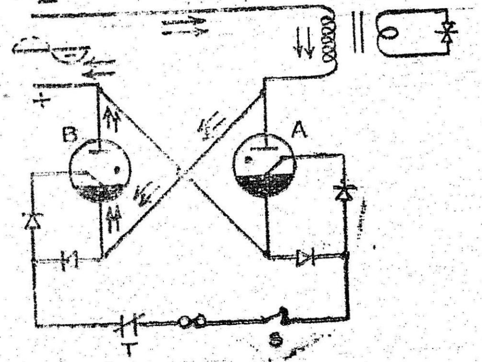
காட்டியபடி இக்னிட்ரான் குழாய் A-ல் உள்ள எதிர்மின்வாய், அதனுடைய நேர்மின்வாய்த்தகடு மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருள் வழியாக ஏற்படுகிறது.

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் எதிர்க்குறியளவுடைய பாதிச் சுற்றின்போது (negative half cycle), படம் 6-26(இ)-ல் காட்டிய



படம் 6-26 (இ)

படி, மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருள் இக்னிட்ரான் குழாய் B-ல் உள்ள எதிர்மின்வாய், அதனுடைய இக்னைட்டர், டையோடு D_3, டையோடு D_2 வழியாக எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் இருக்கும். இந்த



படம் 6-26 (ஈ)

இக்னிட்ரான்

எலெக்ட்ரான், இக்னிட்ரான் குழாய் A-ல் உள்ள இக்னைட்டரிலிருந்து அதனுடைய எதிர்மின்வாய்க்குச் செல்வதைத் தடுக்க டையோடு D_1 உதவுகிறது. குழாய் B-ல் உள்ள இக்னைட்டர்,

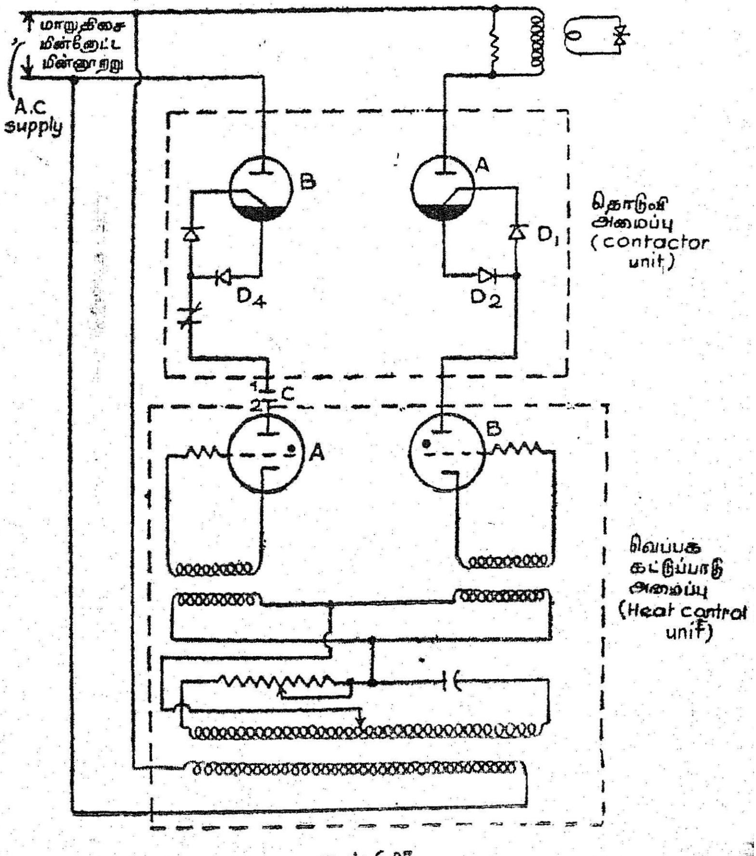
அந்தக் குழாயை எரிய வைத்துக் குழாய் B-ல் தலையாய எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் படம் 6-26 (ஈ)-ல் காட்டியபடி நிகழ்கிறது.

இணைப்பி 'S' ஐத் திறந்தால், எந்த தீத்தூண்டும் சுற்றதரும் (ignitor circuit) வேலை செய்யாது. ஆகையால், தலையாய சுற்றதரிலும் மின்னோட்டமிராது. தலையாய சுற்றதரின் (main circuit) மின்னோட்டத்தின் அளவு மிக அதிகம் (சுமார் 1000 ஆம்பியர்கள் அல்லது அதற்கு மேற்பட்டதாக இருக்கும்). ஆனால், தீத்தூண்டும் சுற்றதரில் (ignitor circuit) மின்னோட்ட அளவு மிகக் குறைவே. எனினும், அதன் மதிப்பு 40 ஆம்பியர்களுக்கு மேற்படாது. இக்னிட்ரான் குழாய் வழியாக மிக உயர்ந்த அளவு மின்னோட்டம் பாய்வதால், அதில் ஏற்படும் மின்திறனிழப்பும் அதிகமாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, வில்லின் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி 10 வோல்ட்டு என்றும், மின்னோட்டம் 2000 ஆம்பியர்கள் என்றும் கொண்டால், மின்திறனிழப்பு 20 கிலோ வாட்கள் ஆகும். ஆகவேதான், இக்னிட்ரானைச் சுற்றி எப்பொழுதும் நீரைச் செலுத்திக் குளிர வைப்பர். இக்னிட்ரான் மிகையான சுமை எடுக்கும்போது நீரின் வெப்பநிலை அதிகரித்து இக்னைட்டர் சுற்றதரில் உள்ள சூடு நிலைப்புக் கட்டுப்பாட்டினை (thermostat) இயங்க வைத்து, அதனுடைய இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் தொடுமுனை (T)யைத் (normally closed contact) திறக்கச் செய்கிறது. இதனால், இக்னிட்ரான் மின்கடத்தல் நிறுத்தப்படுகிறது.

6-3-3. பற்றவைப்பின் வெப்பக் கட்டுப்பாடு அமைப்பு (Heat Control Unit)

தைரட்ரானின் வலைக் கட்டுப்பாட்டில் கிடைநிலை நகர்வு சுற்றதரைப் (horizontal phase shift circuit) பயன் படுத்தி, இதனை எப்படி ஒரு கட்டுப்படுத்தும் கருவியாக (control device) வேலை செய்கிறது என்பதைப் பற்றிப் பார்த்தோம். மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் சுற்றுகள் (cycles) மாறி மாறி வருவதால், நேர்க்குறியளவுடைய பாதிச் சுற்றினையும், எதிர்க் குறியளவுடைய மறு பாதிச் சுற்றினையும் கட்டுப் படுத்தும் பொருட்டு இரண்டு தைரட்ரான்களை எதிரெதிராகப் (back to back) படம் 6-27-ல் காட்டியபடி அமைக்க வேண்டும். இந்த இரண்டு தைரட்ரான்களின் வெளிப்பாட்டு ஈறுகளை, படம் 6-26 (அ)-ல் குறிப்பிட்டுள்ள 'S' என்னும் இணைப்பிக்குப் பதிலாகப் பயன் படுத்தப்பட்டு வெப்பக்கட்டுபாடு சுற்றதரும் (heat control circuit), தொடுவிச் சுற்றதரும் (contactor circuit) ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்ட ஓர் அடைப்பு கிடைக்கிறது.

தைரைட் (Thyrite) மின் தடை, பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுக்கு இடையே இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனுடைய தனிச் சிறப்பு என்ன வென்றால் இதனுடைய மின் தடை அதிக மின்னழுத்தத்தில் மிகக் குறைவாகவும், குறைந்த மின்னழுத்தில் அதிகமாகவும் இருக்கும். பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் மின்னோட்ட மாறும் வீதம் மிக அதிகமாயிருப்பதால், நிலையற்ற மிக உயர்ந்த



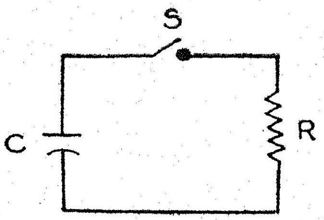
படம் 6-27.
தைரட்ரானில் வெப்பக்கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு

மின்னழுத்தம் மின் மாற்றியின் உள்ளீட்டுக் கம்பி ஈறுகளின் (input terminals) இடையே தோன்றும். இந்த உயர் மின்னழுத்தப் பேரலை (surge) மின் மாற்றியின் சுருள்களின் மின்

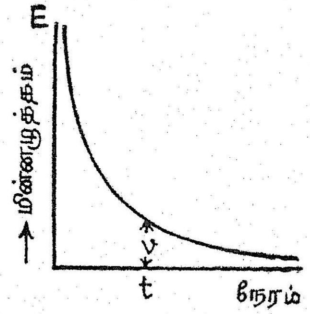
காப்புக்குச் (insulation) சேதம் விளைவிக்காமல், தைரட் மின் தடை பாதுகாக்கிறது. தானியங்கு (automatic) வரிசைக் கிரம கால மானி இயக்கங்களில் உள்ள பற்ற வைப்பு நேரத்தை நிர்ண யிக்க மேற்குறித்த கட்டுப்பாடு அமைப்பையும், தொடுவி அமைப் பையும் பயன்படுத்துவர். அதாவது தொடுமுனை C_{1-2} பற்ற வைப்புத் தொடங்கும் பொழுது மூடியும், பற்றவைப்பு காலப்பகுதி முடிந்த பிறகு, இந்தத் தொடுமுனை திறந்தும் காணப்படும்.

6-3-4. மாறுதிசை மின்னோட்டக் காலமானி

ஒரு மின் தடையின் வழியாக ஒரு மின் தேக்கியின் மின் னிறக்கம் (discharge) எங்ஙனம் நிகழ்கிறது என்பதனை விளக்கப் படம் 6–28 (அ)-ல் காட்டியபடி சுற்றதரினை அமைக்க வேண்டும்.



படம் 6-28 (அ)



படம் 6-28 (ஆ)

மாறுதிசை மின்னோட்டக் காலமானி

இணைப்பி 'S' மூடுவதற்கு முன் 'C' என்னும் மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் 'E' எனக் கொள்வோம். இணைப்பி 'S' யை மூடிய வுடன், மின் தேக்கியிலிருந்து மின் தடை வழியாக மின்னிறக்கம் ஏற்படுகிறது. இதனால் மின் தேக்கியின் குறுக்கேயுள்ள மின் னழுத்தம் வீழ்ச்சியடைகிறது. அதாவது மின் தேக்கியின் மின் னழுத்தம் காலத்தோடு எக்ஸ்போனென்ஷியல் (exponential) முறையில் படம் 6-28 (ஆ) காட்டியபடி குறைகிறது. ஒரு மின் தடையின் வழியாக ஒரு மின்னிறக்கத்திற்கான சமன்பாடு.

$$v = Ee^{\frac{-t}{CR}}$$

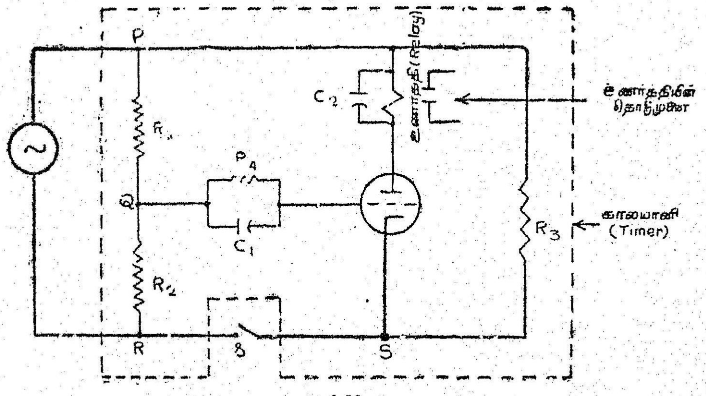
அல்லது $t = CR \log_e \left(\frac{E}{v}\right)$.

நேரம் t = CR என்பது மின் சுற்றதரின் (circuit) "நேரமாறிலி" (time constant) என வழங்கப்படுகிறது, மின் சுற்றதரில் மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் அதன் நிலை மதிப்பில் ஏறத்தாழ 36·8 சதவீத மதிப்பை யடைய எடுத்துக் கொள்ளும் நேரமே அச் சுற்றதரின் நேர மாறிலி என வரையறுக்கலாம். அதாவது மின் தேக்கியின் மின் தேக்குந்திறனும், மின் தடையின் அளவும் அதிகமாக அதிகமாக, மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் பெறும் மதிப்பிலிருந்து குறிப்பிட்ட குறைந்த மின்னழுத்தத்தை அடைய எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் அதிகமாகிறது.

பொதுவாக, எல்லாக் காலமானி சுற்றதர்களில் (timer circuits) மின்தேக்கிக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தம் கிடைக்கும்வரை மின்னூட்ட வளர்ச்சி தருவார்கள். காலமானியை இணைப்பியின் மூலம் தொடக்க வைத்து, பிறகு மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தம் குறிப்பிட்ட அளவு வீழ்ச்சியடைந்தவுடன் உணர்த்தியை (relay) ஊக்குவித்து, அதனுடைய தொடுமுனையை (contact) மூடவோ அல்லது திறக்கவோ செய்வர்.

6-3-4-1. மாறுதிசை மின்னோட்ட காலமானி சுற்றதர் (A. C timer circuit)

மாறுதிசை மின்னோட்ட காலமானி சுற்றதர் ஒன்றினைப் படம் 6-29-ல் காட்டியபடி அமைக்க வேண்டும்.



படம் 6-29.
மாறுதிசை மின்னோட்டக் காலமானி சுற்றதர்

இணைப்பி '*S*' திறந்திருப்பதாகக் கொள்வோம். வழங்கப்படும மாறுதிசை மின்னோட்ட (A. C. supply) மின்னழுத்தத்தின்

சுழற்சிகள் (cycles) மாறி மாறி வரும்பொழுது காலமானியின் P, R என்ற ஈறுகள் (terminals), Q என்ற ஈரோடு ஒப்புநோக்க மாறி மாறி நேர்மின்னுடையனவாக (positive) ஆகின்றன. P என்னும் ஈறு, Q என்னும் ஈறுடன் ஒப்புநோக்க நேர்மின்னுடையனவாக இருந்தால், எதிர்மின்வாய்க்கும் (cathode), வலேக்கும் (grid) இடையே எலெக்ட்ரான் ஓட்டமிராது. எதிர்மின்வாயும், நேர்மின்வாயும் ஒரே மின்னழுத்த நிலேயிலிருப்பதுடன், எதிர்மின்வாய் (grid), வலேயை ஒப்புநோக்க நேர்மின்னுடையனவாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம்.

மாருக 'P' என்னும் ஈறு, Q என்னும் ஈறுடன் ஒப்புநோக்க, எதிர்மின்னுடையனவாக இருந்தால், வலே எதிர்மின்வாயுடன் ஒப்புநோக்க நேர்மின்னுடையனவாக விளங்கி, எலெக்ட்ரான் ஓட்டம், ஈறு Q-விருந்து தொடங்கி மின்தடை R_1, ஈறு P, மின்தடை R_3, ஈறு S, எதிர்மின்வாய், வலே, மின்தேக்கி C_1 வழியாகச் செல்கிறது. இதனுல், மின்தேக்கி C_1 மின்னூட்டப்பட்டு Q P-ன் குறுக்கேயுள்ள மின்னழுத்தத்தின் உச்ச மதிப்பைப் (peak value) பெறுகிறது. இணேப்பி 'S' திறந்திருக்கும் வரை C_1 என்னும் மின்தேக்கி வலே நிவர்த்திப்பான் செயல் விணேயால் (grid rectification action) மின்னூட்டப்பட்டு, இந்த மின்னழுத்த அளவிலேயே நிலேத்திருக்கும்.

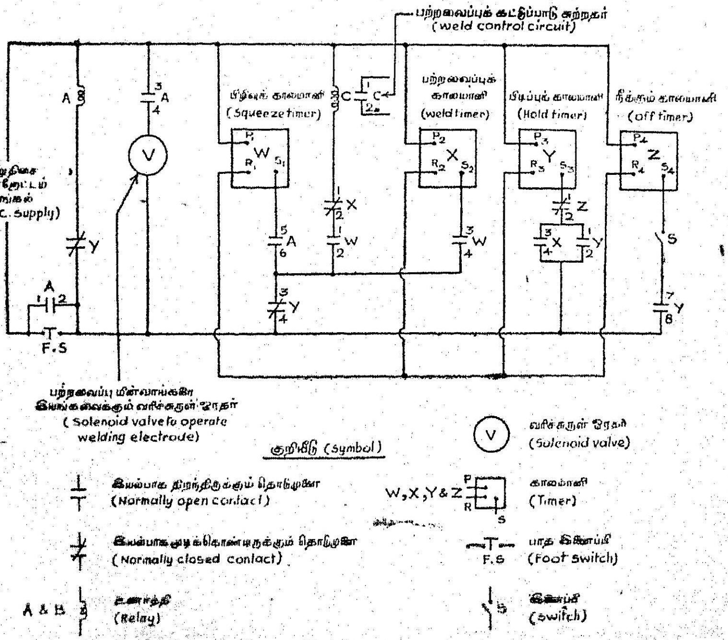
இணேப்பி 'S' ஐ மூடியவுடன், வலே (grid) எதிர்மின்வாயை ஒப்புநோக்க, மிகுந்த எதிர்மின்னுடையதாக விளங்குவதால், மின்தேக்கி C_1 வழியாக வலே நிவர்த்திப்பான்மூலம் கிடைக்கும் எலெக்ட்ரான் ஓட்டம் இல்லே. ஆகவே, மின்தேக்கி C_1, மின்தடை R_4 வழியாக மின்னிறக்கம் செய்கிறது. இதனுல், வலேயின் (grid) எதிர்மின்னழுத்தம், மின்னிறக்கச் சுற்றதரின் "C_1" என்னும் நேர மாறிலிக்கேற்றவாறு கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இந்த வலேயின் எதிர்மின்னழுத்தம் போதுமான அளவு குறைந்த பிறகு, இந்த டிரையோடு வால்வில் (triode valve) தகட்டு மின்னேட்டம் நிகழ்கிறது. இந்த மின்னேட்டம் நேர்மின் வாய்த் தகட்டுடன் தொடரில் இணேக்கப்பட்ட உணர்த்தி (relay) வழியாகச்செல்வதால், உணர்த்தி ஊக்குவிக்கப்பட்டு (energised), அதனுடைய இயல்பாகத் திறந்திருக்கும் தொடுமுனேயை (normally open contact) மூடச் செய்கிறது. பாதிஅலே நிவர்த்திக்கப்பட்ட (rectified half wave) மின்னேட்டம் இந்த உணர்த்தியின் வழியாகச் செல்வதால் இந்த உணர்த்தியில் ஒரு சலசலப்பு (chatter) ஏற்படுகிறது. இதனேத் தவிர்க்கும் பொருட்டு

இந்த உணர்த்திக்கு இணையாகப் பக்கவாட்டில் C_2 என்ற மின் தேக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

6-3-4-2. பற்றவைப்புக் காலமானிகளில் நிகழ்பவற்றை வரிசைப் படுத்தல் (Sequeuce of weld timers)

பொதுவாகத் தானுக இயங்கும் பற்றவைப்பு முறைகளில், கீழ்க்கண்ட நிகழ்ச்சிகளை நிறைவேற்றுவதுடன், ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சிக்கும் தேவையான நேரத்தினையும் நிர்ணயிக்க வேண்டும். அதாவது அழுத்திப் பிடிக்கும் நேரம் (squeeze time), பற்றவைப்பு (weld time), பிடிக்கும் நேரம் (hold time), நிறுத்தும் நேரம் (off time) போன்றவை.

(1) பிழிவுக் காலப்பகுதியில் (during squeeze time) மின்வாய்கள் வேலைமானத் துணுக்குக்கு (work piece) அருகில் கொணர்ந்து தேவையான அழுத்தத்தைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும்.



படம் 6-30.

பற்றவைப்புக் காலமானி

(2) பற்றவைப்பு காலப்பகுதியில் (during weld time) பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருள் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. இந்தக் காலப்பகுதியில், பற்றவைப்புக்கான வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகிறது.

(3) பிடிப்புக் காலப்பகுதியில் (during hold time) பற்றவைப்பு திண்மையாக்கப்பட்ட பிறகும், மின் வாய்களை இணைந்திருக்கும்படி (hold togethe) செய்ய வேண்டும்.

(4) நீக்கக் காலப் பகுதியில் (during off time) மின் வாய்களைத் திறந்து, பழைய பற்றவைப்புப் பொருளை எடுத்துவிட்டுப் புதிய பற்றவைக்கும் பொருளை இணைத்து அடுத்த பற்றவைப்புக்கான பிழிவு காலப்பகுதி இயக்கத்திற்குத் தயாராக வைத்திருக்க வேண்டும்.

இந்தத் தொடர் நிகழ்ச்சிகளை ஞாபகத்திற் கொண்டு படம் 6-30-ல் கொடுக்கப்பட்ட பட்ட பற்றவைப்புக் காலமானிகளின் இயக்கங்களை வரிசைப் படுத்திப் பார்ப்போம் :

1. *F. S.* என்ற மிதி இணைப்பியை (foot switch) அழுத்தி மூடச் செய்தால், *A* என்ற உணர்த்தி (relay) மின் வலிமை பெற்று (energise) அதனுடைய இயல்பாகத் திறந்திருக்கும் (normally open) கீழ்க்கண்ட மூன்று தொடுமுனைகளை மூடச் செய்கின்றது:

1-1. தொடுமுனை A_{1-2} மூடப்பட்டு, *A* என்ற உணர்த்தியை மின் வலுப்பெறு நிலையிலேயே நிறுத்தச் செய்கிறது. அதாவது *F. S.* என்ற மிதி இணைப்பி திறந்திருந்தாலும் உணர்த்தி *A*-க்கு வேண்டிய வலிமை அதனுடைய தொடு முனையாலேயே நிலை நிறுத்தப்படுவதனுல், இதற்கு அடைப்பிடும் (sealing) தொடுமுனை என வழங்குவர்.

1-2. தொடுமுனை A_{3-4} மூடப்பட்டு, வரிச்சுருள் வால்வு மின் வலிமைப் பெற்று, பற்றவைப்பு மின் வாய்கள் பிழிவு அழுத்தத்தைக் (squeeze pressure) கொடுக்கின்றன.

1-3. தொடுமுனை A_{5-6} மூடப்பட்டு, பிழிவுக் காலமானியைக் இயங்கச் செய்கிறது. பிழிவுக் காலமானியில் குறிப்பிட்ட நேரம் முடிந்த பிறகு அதனுடைய இயல்பாகத் திறந்திருக்கும். பின்வரும் இரு தொடுமுனைகளை மூடச் செய்கின்றன.

1-3-1. W_{1-2} என்ற தொடுமுனை மூடப்பட்டு C என்ற உணர்த்தியை மின் வலவூட்டச் செய்கிறது. இதனால் பற்ற வைப்புக் கட்டுப்பாடு சுற்றதரில் (weld control circuit) உள்ள C_{1-2} என்ற தொடுமுனை மூடப்பட்டு, பற்றவைப்பு மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது.

1-3-2. W_{3-4} என்ற தொடுமுனை மூடப்பட்டு, பற்றவைப்புக் காலமானி X ஐ இயங்கச் செய்கிறது. பற்றவைப்புக் காலமானி X-ன் குறித்த நேரம் ஆன பிறகு அதனுடைய இரு தொடு முனைகளைக் கீழ்க் கண்டவாறு இயங்க வைக்கிறது:

1-3-2-1. இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் (normally closed contact) தொடுமுனை X_{1-2} ஐ வைத்து உணர்த்தி C-யினை மின் வலுவை இழக்கச் செய்கிறது (de-energised). இதனால் பற்றவைப்புக் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றதரில் உள்ள இந்த உணர்த் தியின் தொடுமுனை C_{1-2} திறக்கப்பட்டு மின் பற்றவைப்பு மின் னோட்டம் தடைபடுகிறது.

1-3-2-2. இயல்பாகத் திறந்து கொண்டிருக்கும் தொடுமுனை X_{3-4} மூடப்பட்டு பிடிப்பு காலமானி (hold timer) Yஐ இயங்க வைக்கிறது. இச்சமயத்தில் பற்றவைப்பு இறுகிக் கடினமாகிறது. பிடிப்புக் காலமானியில் குறிப்பிட்ட நேரம் ஆன பிறகு, அதனு டைய நான்கு தொடுமுனைகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு இயங்க வைக்கிறது. [இந்த இயக்கங்களை மறுபடியும் செய்ய வேண்டு மானால் (for repeat operation) பிடிப்புக்காலமானியின் குறிப் பிட்ட நேரம் முடிவடைவதற்கு முன் மிதி இணைப்பியைப் பொருத்த வேண்டும். நீக்கும் காலமானியினால் உள்ள இணைப்பியையும் மூடி வைக்க வேண்டும்.].

1-3-2-2-1. இயல்பாகத் திறந்திருக்கும் தொடுமுனை Y_{1-2} ஐ மூடச் செய்து தொடுமுனை X_{3-4}-க்கு அடைப்பாகை (sealing) விளங்கி தொடுமுனை X_{3-4} திறந்திருக்கும் சமயத்தில் பிடிப்புக் காலமானியை மின் வலுப்பெறும் நிலையிலே வைத்திருக்க உதவுகிறது.

1-3-2-2-2. இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் தொடுமுனை Y_{3-4} ஐத் திறக்கச் செய்து, பிழிவுக் காலமானி (w), பற்றவைப்புக் காலமானி (x) ஆகியவற்றை மின் வலு விழக்கச் செய்து, அவற்றைப் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றது (reset). ஆகவே, இவற்றின் தொடுமுனைகள் இயல்பான நிலைமைக்கு மீண்டும் கொணரப் படுகின்றன. (அதாவது தொடுமுனை X_{3-4} திறக்கப்படுகிறது. தொடுமுனை X_{1-2} மூடப்படுகிறது. அதே போல் தொடுமுனை W_{1-2} திறக்கப்படுகிறது.)

1-3-2-2-3. இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் தொடுமுனை 5-6 ஐத் திறக்க வைத்து உணர்தி A-யினை வலுவிழக்கச் செய்கிறது. ஆகவே, (அ) மிதி இணைப்பிற்கு அடைப்பிடும் தொடுமுனையாக இருந்த A_{1-2} ஐத் திறக்கச் செய்கிறது. [பாத இணைப்பி $F.$ $S.$ பொருத்தப் பட்டிருப்பதால் இந்தத் தொடுமுனை A_{1-2}-ன் திறப்பு, மின் திறன் வழங்கலைத் (power supply) தடை செய்யப்படவில்லை].

(ஆ) தொடுமுனை A_{3-4} ஐத் திறக்க வைத்து வரிச்சுருள் வால்வு V-யினை வலுபிடிக்கச் செய்து பற்றவைப்பு மின் வாய்களைப் பிரிக்கிறது.

(இ) தொடுமுனை A_{5-6} ஐத் திறந்து, அதனுடைய இயல்பான திறந்த நிலையில் இருக்கும்படிச் செய்கிறது (reset).

1-3-2 2-4. இயல்பாகத் திறந்திருக்கும் தொடுமுனை Y_{7-8} மூடப்படும், ஏற்கெனவே மூடி வைக்கப்பட்ட இணைப்பி (s) வழியாக, நீக்கும் காலமானியை (z) இயங்க வைக்கிறது. இந்தக் காலமானியில் குறிப்பிட்ட நேரம் முடிந்த பிறகு அதனுடைய இயல்பாக மூடி இருக்கும் தொடுமுனை Z_{1-2} திறக்க வைத்து, பிடிப்புக் காலமானியை மின்வலுவிழக்கச் செய்து, அவற்றின் தொடுமுனைகளைப் பழைய இயல்பான நிலைமைக்குக் கொணரப் படுகின்றன. அதாவது தொடுமுனை Y_{7-8} திறந்து நீக்கும் காலமானியைப் பழைய இயல்பான நிலையை அடைகிறது. தொடுமுனை Y_{3-4} மூடப்பட்டு, பழைய இயல்பான நிலைமைக்கு வந்தடைகின்றது. ஆனால், தொடுமுனை Y_{5-6} மூடப்பட்டு உணர்த்தி A ஐ வலிமைப் பெறச் செய்வதன் மூலம் இயக்கங்களை முன்போல் மீண்டும் தொடங்குகிறது.

இயக்கங்களை மறுபடியும் செய்ய வேண்டிய அவசியமில்லையானால், இணைப்பி 'S' ஐத் திறந்த நிலையிலேயே வைத்திருக்க

வேண்டும். அதாவது நீக்கும் - காலமானி சுற்றதரில் (circuit) இணைக்கப் படாமலிருக்கும். அச் சமயத்தில் பிடிப்புக் காலமானி யின் இயக்கத்தினால் தொடு முனைகள் அவற்றின் பழைய இயல் பான நிலைமைக்குக் கொணரலாம்.

மின்னாற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்பு (Energy storage welding)

அலுமினியம், மக்னீசியம் போன்ற உயர் மின் கடத்திகளை, மின் தடை மூலம் பற்ற வைக்க வேண்டுமானால், மிகக் குறுகிய காலத்தில் அதிக அளவு மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கும் திறன் வாய்ந்ததாய் இருக்க வேண்டும். இன்றேல், பற்றவைப்பு இடத்தைச் சூழ்ந்துள்ள குளிர்ந்த பாகங்கள், பற்றவைப்புப் புள்ளியில் உண்டாகும் வெப்பத்தைக் கடத்தி அப் புள்ளியின் வெப்ப ஆற்றலைக் குறைக்கிறது. மேலும், மிக அதிக அளவு மின் னோட்டம் பற்றவைப்பின்போது செலுத்தப்படுவதால் அதிக மின்னழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படும். இதனால் இந்த மின் ஊட்டி களுடன் (feeders) இணையாக இணைக்கப்படும் மின் விளக்குகள் விட்டு விட்டு ஒளி விடுகின்றன (flicker). இப்படிப்பட்ட குறைகளை மின்னாற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்புகளைப் பயன் படுத்துவதன் மூலம் தவிர்க்கலாம்.

மின்னாற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்பினை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

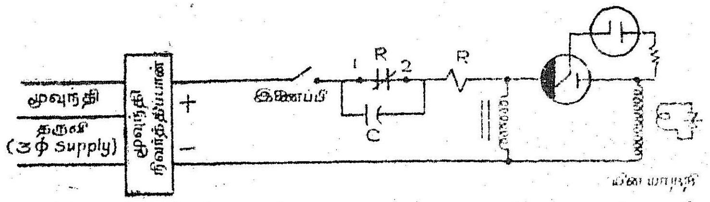
(i) மின் காந்தத் தேக்க ஆற்றல் (Electro-magnetically stored energy).

(ii) மின் நிலைமத் தேக்க ஆற்றல் (Electro statically stored energy).

மின் காந்தத் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பு (Magnetic storage welding system)

இம் முறையை விளக்கச் செய்முறை சுற்றதர் (practical circuit) ஒன்றினைப் படம் 6-31-ல் காட்டியது போல் அமைக்க வேண்டும். மூவுந்தி நிவர்த்திப்பானின் வெளிப்பாட்டு முனைகளில் (output side of 3 phase rectifier) கிடைக்கும் 1000 வோல்ட்டு நேர் மின்னோட்ட மின்னழுத்தத்தை (D. C. voltage). ஒரு தொடுவியின் மூலம் பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுடன் இணைத்தால் அச் சுருளில் காந்தப்படுத்தும் மின் னோட்டம் (magnetising current) ஏற்படும். இந்த மின்னோட்

டத்தின் அளவு வழங்கப்படும் நேர் மின்னோட்ட மின்னழுத்தத் திற்கு ஏற்றவாறு மாறுபடும். மின் மாற்றியின் உள்ளகத்தில் (core) உண்டாகும் காந்தப் பாயம் (magnetic flux) இந்த மின்



படம் 6-31.
மின் காந்தத் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பு

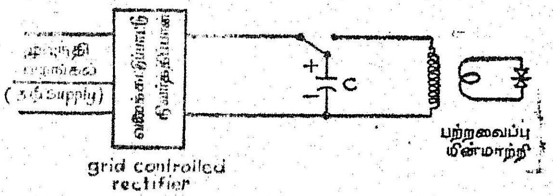
னோட்டத்தின் அளவைப் பொருத்திருக்கும். பற்றவைப்புச் சந்திப்பில் முன் கூட்டியே சூடாக்கம் ஏற்படுதைத் (pre-heating) தவிர்க்கக் காந்தப் புயத்தின் அளவைப் படிபடியாக உயர்த்த வேண்டும். நிவர்த்திப்பானின் வெளிப்பாட்டின் நேர் மின் னோட்ட மின்னழுத்தத்தைப் படிபடியாக அதிகரிப்பதின் மூலம் இதனைச் செய்யலாம். ஒரு சுற்றதரில் மூடிக்கொண் டிருக்கும் தொடுவியைத் திறந்தால் பற்றவைப்பு மின் மாற்றி யின் முதன்மைச் சுருளில் சென்று கொண்டிருந்த நேர் மின் னோட்டம் தடைபட்டு காந்தப்புலம் (magnetic field) வெகு விரைவில் வீழ்ச்சியுறுகிறது. இதனால் துணைச் சுருளில் (secondary winding) அதிக அளவு மின்னோட்டம் பாய்ந்து சென்று பற்ற வைப்பு வேலையைச் செய்கிறது.

படம் 6-31-ல் குறித்துள்ள இணைப்பியை மூடினால் காந்தப் படுத்தும் மின்னோட்டம், உணர்த்தி (Relay-R) இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் அதனுடைய தொடுமுனை (R_{1-2}) (normally closed contact) ஆகியவற்றின் வழியாக எதிர் வளைப்புச் சுருளில் (reactor) செல்கிறது. இக்னிட்ரானின் (ignitron) எதிர் மின்வாய் (cathode) நேர்மை - ஈறுடன் (positive terminal) இணைக்கப் படுவதால், அந்த மின்னோட்டம் பற்றவைப்பு - மின்மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் செல்வதில்லை. தேவையான அளவு காந்தப் படுத்தும் மின்னோட்டம், உணர்த்தியின் வழியாகச் செல்லும் பொழுது, உணர்த்தி ஊக்க மூட்டப்பட்டு (energise), அதனுடைய இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் தொடுமுனையைத் திறக்கச் செய்கிறது. இதனால் மின்னோட்டம் தொடுமுனை R_{1-2}-க்கு இணை யாகப் பக்கவாட்டில் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின் தேக்கி C வழியாகச் செல்கிறது. இந்த மின் தேக்கி எதிர் விளைப்புச் சுருளுக்குத் தொடர் வரிசையில் (series) இணைக்கப்படுவதால், எதிர் விளைப்புச்

சுருளிலேக் காந்தப்பாயம் வீழ்ச்சியுறுகிறது. ஆகையால், இச் சுருளில் எதிர் முனையகம் (opposite polarity) ஏற்படுகிறது. அதாவது சுருளின் மேல் முனை எதிக்குறியாகவும் (negative), கீழ் முனை நேர்க்குறியாகவும் இருக்கும். இப்பொழுது இக்னிட்ரானின் எதிர் மின்வாயின் முனையகம் அதனுடைய நேர் மின்வாயை ஒப்பு நோக்கும் போது எதிர்க்குறியாக இருப்பதால், இக்னிட்ரான் இருமுனைக் குழாய் (diode) மூலம் எரியத் தொடங்குகிறது. ஆகவே, பற்றவைப்புத் தாழ்வடுக்கு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில் மின்னோட்டம் நிகழ்கிறது. இதனுல் துணைச் சுருளின் அதிகமாக மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு அதனைப் பற்றவைப்புக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். மின் தேக்கி 'C' இயல்பாக மூடிக் கொண்டிருக்கும் தொடுமுனைக்கிடையே தீப்பொறி உண்டாகமல் தடுக்கிறது.

6-4-2. மின் நிலைமத் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பு (Electro static storage welding system)

மின் நிலைமத் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பின் படம் 6-32-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இக்னிட்ரான் "தொடுவி"யின் (ignitron contctor) மூலம் C என்னும் மின் தேக்கியை வலைக் கட்டுப்பாட்டு நிவர்த்திப்பானுடன் (grid controlled rectifier) இணைத்தால் மின் தேக்கி மின்னூட்டப்பட்டு, சுழி மதிப்பிலிருந்து



படம் 6-32.
மின் நிலைமத் தேக்கப் பற்றவைப்பு

நிலைமதிப்பாகிய சுமார் 3000 வோல்ட்டுக்கு வளர்ச்சியடைகின்றது. பிறகு இக்னிட்ரானின் தொடுவியின் மூலம் பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளுடன் இணைத்தால் மின் தேக்கியின் மின்னிறக்கம் முதன்மைச் சுருளின் வழியாக நடைபெறுகிறது. இதனுல் கண நேரத்தில் மாறுபடும் (transient) மின்னோட்டம் அதிக அளவு துணைச் சுருளில் உண்டாகிறது. இந்த மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி உலோகப் பொருள்கள் பற்றவைக்கப்படுகின்றன. இந்த முறை பற்றவைப்பில் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியவை :

(1) மின்னூட்டப்பட்ட மின்தேக்கியின் குறுக்கே உண்டாகும் மின்னழுத்தம் முதலில் சுழி மதிப்பிலிருந்து, பெரும நிலை மதிப்பில் 63% ஐ மிகக் குறுகிய காலத்தில் வளர்ச்சியடைந்து அதற்குப் பிறகு மின்னூட்ட வளர்ச்சி வீதம் (rate of change) குறைவதால், மின் தேக்கியின் மின்னழுத்த வளர்ச்சி வீதமும் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. அதாவது மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் பெரும மதிப்பை நெருங்கும் பொழுது வளர்ச்சி உயர் மின்னூட்ட வளர்ச்சி வீதத்தைப் (high changing rate) பெற, அதற்கு வழங்கப் படும் மின்னழுத்தம், மின் தேக்கியின் மின்னழுத்தத்தைப் போல் $1\cdot6\left(\frac{100}{63}\right)$ மடங்குக்கு மேல் இருக்க வேண்டும். அதாவது 3000 வோல்ட்டு மின் தேக்கிக்கு, 5000 முதல் 6000 வோல்ட் வரை யுள்ள ஒரு நேர் மின்னோட்ட மின் தோற்றுவாய்த் (D.C. source) தேவை.

(2) பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளில், மின்னோட்ட மில்லாதபோது உள்ளகத்தில் (core) காந்தப்புயம் இருக்கக் கூடாது. இந்த மீந்தக் காந்தம் (residual magnetism) அப்படி இருக்குமானால் துணைச் சுருளில் காந்தப்பாய இணைப்பி னால் (flux linkage) சிறிதளவு வெப்பம் ஏற்படும்.

எடுத்துக்காட்டுக் கணக்கு :

ஒரு மின்னாற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்பில் பயன்படுத்தப் பட்ட 1250 மைக்ரோ ஃபாரேட் மின் தேக்கிக்கிடையே எவ்வளவு மின்னழுத்தம் கொடுத்தால் 100 கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மின் திறன், 0·5 திறன் காரணியில் (power factor), 105 வினாடிகள் வரைப் பெறலாம் ?

தீர்வு :

மின்தேக்கியின் தேக்கும ஆற்றல் $= \frac{1}{2}CV^2$ வாட் வினாடி ...(1)

இதில் C என்பது மின் தேக்கியின் தேக்குந் திறன்.
(அலகு - மைக்ரோ ஃபாரட்)

V என்பது வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம்
(அலகு - வோல்ட்டு)

குறிப்பிட்ட வேலைக்குத் தேவைப்படும் மின்னாற்றல்

$= (100 \times 1000) \times 0\cdot5 \times 105$ வாட் வினாடிகள் ...(2)

$= 5\cdot25 \times 10^6$ வாட் வினாடிகள்.

சமன்பாடு (1) = சமன்பாடு (2)

$$\frac{1}{2} CV^2 = 5{\cdot}25 \times 10^6$$

$$V^2 = 2 \times \frac{5{\cdot}25 \times 10^6}{1250 \times 10^{-6}} = 84 \times 10^8$$

V = 91,600 வோல்ட்டுகள்.

6-5. வினாக்கள்

1. பற்றவைப்பு என்றால் என்ன? மின் பற்றவைப்பின் வெவ்வேறு வகைகளைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறுக.

2. மின் தடைப் பற்றவைப்பு என்றால் என்ன? அவற்றின் பல்வேறு வகைகளைப் பற்றிக் கூறி, அவை எங்கெங்கே பயன் படுத்தப்படுகின்றன என்பதைப் பற்றி விவரிக்கவும்.

3. நல்ல பற்றவைப்பின் குணங்கள் யாவை? வில் பற்றவைப்பைப் பற்றி நீ அறிந்து கொண்டதென்ன?

4. வில் பற்றவைப்பின் வெவ்வேறு வகைகளைக் கூறி அவை எங்கெங்கே பயன் படுத்தப்படுகின்றன என்பவற்றைப்பற்றிக் குறிப்பிடுக.

5. வில் பற்றவைப்புக்குத் தோற்றுவாயாக விளங்கும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்திற்கும், நேர் மின்னோட்டத்திற்கும் உள்ள ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளை விளக்கிக் கூறுக.

6. நிலையான வில் பற்றவைப்புக் கிடைக்க வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் கீழ்நோக்கி இறங்கும் சிறப்பியல்புடையதாக (drooping characteristics) இருக்க வேண்டிய அவசியத்தைப் பற்றி விளக்கவும்.

7. கீழ்க்கண்ட தோற்றுவாய்களைக் கொண்டு இறங்கும் சிறப்பியல்பை எப்படிப் பெறலாம் என்பதை விவரிக்கவும்:

    (அ) நேர் மின்னோட்டத் தோற்றுவாய் (D. C. Source).

(ஆ) மாறு திசை மின்னோட்டத் தோற்றுவாய் (A. C. source).

8. மின்தடைப் பற்றவைப்பைப் பற்றி நீ அறிந்து கொண்டதென்ன? இவற்றிற்குத் தேவையான மின் திறன் வழங்கல் (power supply), கட்டுப்படுத்தும் கருவிகள் (control equipments) ஆகியவற்றின் தனிச் சிறப்புகளை விளக்குக.

9. குறிப்பிடத்தக்க ஏதேனும் ஒரு பற்றவைப்புக்கான தைரட்ரான் அல்லது இக்னிட்ரான் கட்டுப்பாடுடைய மின் திறன் வடிவங்களின் அமைப்பைப் பற்றி விவரமாகக் கூறி விளக்குக.

10. ஒரு பற்றவைப்பு அமைப்பில், இக்னிட்ரான்களைக் கொண்டு ஓர் இணைப்பியாக (switch) எப்படிப் பயன்படுத்தலாம் என்பதைப் பற்றி விளக்குக.

11. பற்றவைப்புக் கட்டுப்பாடு அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் மாறு திசை மின்னோட்டக் காலமானி ஒன்றின் அடிப்படைத் தத்துவத்தைக் கூறி, அஃது எங்ஙனம் வேலை செய்கிறது என்பதைப் பற்றி விளக்குக.

12. பற்றவைப்புக்கு வெப்பக்கட்டுப்பாடு எப்படிக் கிடைக்கிறது?

13. மின் வில் பற்றவைப்புச் சாதனத்துக்கு என்னென்ன மின்சார நிபந்தனைகள் தேவை? ஒரு நேர் மின்னோட்டப் பற்றவைப்பு மின்னாக்கியைப் (generator) பற்றிக் கூறி, அது எப்படி இத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்கிறது என்பதை விளக்குக.

14. மின்னூற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்பின் அமைப்பு என்றால் என்ன? அதனுடைய தனிப்பட்ட மேன்மைகள் யாவை? ஏதேனும் ஓர் அமைப்பைப் பற்றி விளக்கிக் கூறுக. இந்தப் பற்றவைப்பு மின் மாற்றியின் முதன்மைச் சுருளிலும், துணைச் சுருளிலும் உண்டாகும் மின்னோட்ட அலை வடிவங்களை (wave forms) வரைந்து காட்டுக.

15. கீழ் வருவனவற்றிற்குச் சிறு குறிப்பு எழுதுக:

(i) வில் பற்றவைப்பு,

(ii) தைரட்ரான் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் (Thyratron control devices).

(iii) உலோக வில் பற்றவைப்பு.

(iv) வில் பற்றவைப்புக்கான மின்வாய்கள்.

6-6 பயிற்சி

ஒரு மின்னுற்றல் தேக்கப் பற்றவைப்புத் தொழிலுக்கு 0:4 திறன் காரணியில் (power factor) 500 KVA. மின் திறன் 2 நிமிடங்கள் வரை தேவைப்படுகிறது. இதில் பயன் படுத்தப்பட்ட மின் தேக்கிக்கிடையே வழங்கப்படும் மின்னழுத்தம் 66,000 வோல்ட்டுகள் என்றால், மின் தேக்கியின் தேக்குந் திறன் என்ன ?

[விடை : 11,020 μ F.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

(BIBLIOGRAPHY)

1. Utilisation of Electrical Energy—E. OPENSHAW TAYLOR.
2. Electric Power Utilisation—HANCOCK.
3. Art and Science of Utilisation of Electrical Energy—H. PARTAB.
4. A course in Electrical Power—M. L. SONI, P. V. GUPTA & U. S. BHATNAGAR.
5. Electrical Power—Dr. S. L. UPPAL.
6. Electric Drive—M. CHILIKIN.
7. Generation Transmission and Electrical Installation A. E. G. MANUAL.
8. Operation and Maintenance of Electrical Equipment Vols. I & II—B. V. S. RAO.
9. Fractional Horse Power Electric Motors—CYRIL G. VEINOTT.
10. Electrical Installation Theory and Practice—E. L. DONNELLY.
11. Electric Motor Repair—ROBERT ROSENBERG.
12. Electric Traction—A. T. DOVER.
13. Electric Traction Hand Book—R. BROOKS.
14. Train Lighting System on Railways—HARICHANDER RATTA.

15. Instruction Book—Electric Traction Equipment of 25 KV A.C. E.M.U. Stocks for Indian Railways—1963 Hitachi Ltd., Tokyo, Japan.

16. Electro Plating—A Survey of Modern Practice SAMUEL—FIELD & A. DUDDLEY WEILL.

17. Electric Discharge Lighting—F. G. SPREADBURY.

18. Light, Photometry and Illuminating Engineering—BARROWS.

19. Philips Lighting Course—Philips India Limited.

20. Modern Electric Lamps—D. A. CLARKE.

21. Principles of Illumination—H. COTTON.

22. Metal Process Engineering—PROF. P. POLUKHIN.

23. Induction Heating—N. R. STANSEL.

24. Industrial Electronics Reference Book—Electronic Engineers of the Westinghouse Electric Corporation.

25. Electronics in Industry—GEORGE M. CHUTE.

26. Welding Engineers' Handbook—J. A. OATES.

27. Electric Arc Welding Practice—L. SHEBEKO.
The Electric Welder—V. TSEGELSKY.

28. Technical Journal Feb-March 1968, Vol. 8, Railway Electrification—Southern Railway.

29. Utilisation of Electric Power and Electric Traction—By J. B. GUPTA.

30. All India Summer School Proceedings on "Modern Welding Process" May-June 1972—Conducted at Central Polytechnic, Madras.

கலைச்சொற்கள்

A

Absolute — தனி, சார்பிலா
Abscissa — அச்சுக்கோடு
Absolute unit — தனி அலகு
Absorption — உட்கவர்தல், உறிஞ்சுதல்
Acceleration — முடுக்கம்
Acceleration due to gravity — ஈர்ப்பு முடுக்கம்
Accessory — துணைக்கருவி, துணைச்சாதனம்
Accumulator — சேம மின்கலம்
Accumulator, Alkaline — காரச் சேம மின்கலம்
Accumulator Lead Acid — ஈய அமிலச் சேம மின்கலம்
Accuracy — துல்லியம்
Acid cell — அமில மின்கலம்
Acid etch — அமிலச் செதுக்கம்
Adapter — செருகி
Additional agents — சேர்ப்பு இயக்கிகள் அல்லது சேர்க்கைப்பொருள்கள்
Adhesion ஒட்டுப்பண்பு அல்லது ஒட்டுத்தன்மை
Adjusting knobs — சரிப்படுத்தும் கைப்பிடி
Admittance — விடுப்பு
Advertisement — விளம்பரம்
Ageing of Ions — அயனிகள் முதிர்ச்சி அடைதல்
Ageing of Magnets — காந்தங்களின் நாள்பாடு
Air — காற்று
Air blast circuit breaker — காற்று வீச்சுச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி
Air break switch — காற்றுப்பிரிப்பு இணைப்பி

Air cell — காற்றறை
Air conditioning — காற்றுப் பதனுக்கம் அல்லது குளிர்ச்சாதனம்
Air cooled generators — காற்றுக் குளிர்த்து மின்னாக்கிகள்
Air cooler — காற்றுக் குளிர்த்தி
Air ducts — காற்றுக் குழல்
Air exhauster — காற்று நீக்கி
Air filter — காற்று வடிப்பி
Air gap — காற்று இடைவெளி
Alignment — ஒழுங்குபடுத்துதல்
Alkali — காரப் பொருள்
Alloy — உலோகக் கலவை
Alternating current — மாறுதிசை மின்னோட்டம்
Alternating A.C. arc lamp — மாறுதிசை ஓட்ட (மா. ஓ) மின்வில் விளக்கு
Alternating A.C. Booster — மா. ஓ. நிரப்பி
Alternating A.C. converter — மா. ஓ. நிவர்த்திப்பான்கள்
Alternating quantities — மாறும் அளவுகள்
Alternating voltages — மாறுதிசை மின்னழுத்தங்கள் (மாறுதிசை மன்னிலைகள்)
Alternator — மாறு மின்னாக்கி
Ambient temperature — சூழ் வெப்ப நிலை
Ammeter — மின்னோட்ட அளவி
,, Induction type — தூண்டல் வகை
,, Moving Iron type — இயங்கிரும்பு வகை
,, Moving coil type — இயங்கு சுருள் வகை
Ampere hour — ஆம்பியர் மணி
Ampere turns — ஆம்பியர்ச் சுற்றுகள்
Amplifier — மிகைப்பி, பெருக்கி
Amplifier pneumatic — வளியழுத்த மிகைப்பி
Amplify — மிகைப்படுத்து
Amplification factor — மிகைப்பு காரணி, மிகைப்பெண்
Amplitude — வீச்சு
Amplitude modulation — வீச்சு பண்பேற்றம்
Analyser — நுண்பகுப்பாய்வி
Analysis — நுண் பகுப்பு
Anchor bolt — நங்கூர ஆணி
Angle insulator — கோண மின்காப்பி
Angle of deviation — திசை மாற்றுக் கோணம்
Angle of emergence — வெளி வருகோணம்

Angle of Incidence — படுகோணம்
Angle of minimum deviation— சிறும திசைமாற்றுக் கோணம்
Angle of reflection — எதிரொளிப்புக் கோணம்
Angle of refraction — விலகு கோணம்
Angstrom unit (A.U.) — ஆங்கஸ்ட்ராம் அலகு (ஆ.அ)
Angular dispersion — கோண நிறப் பிரிகை
Angular magnification — கோண உருப் பெருக்கம்
Angular radius — கோண ஆரம்
Angular velocity — கோண வேகம்
Anhydrous — நீரிலி
Anions — நேர் அயனிகள்
Anode — நேர் மின்வாய்
Anode characteristics — நேர் மின்வாய் தற்சிறப்புகள் அல்லது சிறப்பியல்புகள்
Anode current — நேர் மின்வாய் மின்னோட்டம்
Anodic cold clean — அனோடிக் குளிர்-துலக்கி
Anodising — பூச்சுக்காப்பிடுதல், அனோடைசிங்
Annular portion — வளையப்பகுதி
Anti cathode — எதிர்மின் மாற்றுமுனை
Anti clockwise — இடச்சுழி
Antidirt insulator — தூசுத் தடுப்பி மின்காப்பி
Anvil — பட்டடை
Aperture — இடையிடம்
Apex — உச்சி
Apparatus — சாதனங்கள், கருவி
Apparent — தோற்ற அளவில்
Apparent brilliance — தோற்றப் பொலிவு
Arc — மின் வில்
Arc control — மின்வில் கட்டுப்பாடு
Arc furnace — மின்வில் உலை
Arc lamp — மின்வில் விளக்கு
Arc radiation furnace — மின்வில் கதிர்வீச்சு உலை
Arc suppression coil — மின்வில் அடக்குச் சுருள்
Arc welding — மின்வில் பற்றவைப்பு
Armature — மின்னகம்
Armature reaction — மின்னக எதிர்வினை
Armature winding — மின்னகச் சுருணை
Armouring — கவசமிடல்
Armoured cable — கவசமிட்ட வடம்
Armoured conductor — கவசமிட்ட கடத்தி

Arrangements of switches — இணைப்பான்களின் அணி
Arrester (lightning) — மின்னாற்கடத்தி, இடிதாங்கி
Artificial — செயற்கை
Artificial daylight — செயற்கைப் பகலொளி
Asbestos — கல்நார்
Assumptions — ஊகம்-கற்பிதம்
Asynchronous-generators — ஒத்தியங்கா-மின்னாக்கிகள்
Atmosphere — வளி மண்டலம்
Atmospheric pressure — வளி அழுத்தம்
Atomic number — அணுவெண்
Atomic weight — அணு எடை
Attenuation — மெலிதல்
Audibility — செவியுறும் பண்பு
Audio — கேள்வி, கேட்கும்
Audio frequency — கேள்வி அலைவெண்
Auto compensated induction Motor — தானியங்கு சரிசெய் தூண்டல் மோட்டார்
Automatic arc welding — தானியங்கு மின்வில் பற்றவைப்பு
Automatic breaker — தானியிங்கு நிறுத்திகள்
Automatic protection — தானியங்கு பாதுகாப்பு
Automatic voltage regulator — தானியங்கு மின் அழுத்தப் பாதுகாப்பு
Auto single coil transformer — தானியங்கு ஒற்றைச்சுற்று மின்மாற்றி
Auxiliary — துணை
Average — சராசரி
Axial line — அச்சுக் கோடு
Axis — அச்சு

B

Back Electromotive force — பின் மின்னியக்கு விசை
Back force — பின் விசை
Back gear — பின் பல்லிணை
Back plate — பின் தட்டு
Back-up relay — பின்னணி உயர்த்தி
Backward cells — பின்புற மின்கலங்கள்
Bad conductor — அரிதிற் கடத்தி
Baffle plate — தடைத்தகடு, தடுப்புத்தகடு
Balance — சமனி, சமன்படுத்தி

Balanced circuit — சமநிலைச் சுற்றதர் அல்லது சமன் சுற்றுவழி
Balanced three wire system— சம முக்கம்பி அமைப்பு
Balanced voltage protection சம மின்னழுத்தப் பாதுகாப்பு
Balancing column — சரியீட்டுக் கம்பம்
Balancing point — சரியீட்டுப் புள்ளி
Balancing reservoirs — சமன்படுத்தும் தேக்கிகள்
Ballistic galvanometer — துடிப்பு மின்னோட்ட அளவி, ஏற்பியக்க ஓட்ட அளவி
Ballistic method — துடிப்பு முறை
Ball bearings — உருளைத் தாங்கிகள்
Ball ended magnet — குண்டுமுனைக் காந்தம்
Ballast — நிலைப்படுத்தி
Balmer series — பா(ல்)மர் வரிசை
Band — பட்டை
Band spectrum — பட்டை நிறமாலை
Band switch — பட்டை இணைப்பி
Band filter frequency relay — பட்டை வடிப்பு அலைவெண் உணர்த்தி
Bar magnet — சட்டக்காந்தம்
Bare conductors — வெற்றுக் கடத்திகள்
Bare wire — வெற்றுக் கம்பி
Baseboard — அடிப்பலகை
Base load — அடிப்படை எடை
Base metal — மட்ட உலோகம்
Base circuits — அடிச் சுற்றதர்கள்
Baths — தொட்டிகள்
Battery — மின்கல அடுக்கு
Battery booster — மின்கல அடுக்கு நிரப்பி
Battery charging — மின்கல அடுக்கு மின்னேற்றம்
Beam of light — ஒளிக் கற்றை
Bearing — தாங்கிகள்
Bearing (ball) — ,, (குண்டு, உருளை)
Bearing (sleeve) — ,, (இடையிணைப்பு)
Belt drive — வார்பட்டை ஓட்டம்
Belt and band conveyors — கச்சு, பட்டை மீதூர்திகள்
Bellows — துருத்தி
Beta rays — பீட்டா கதிர்கள்
Belted cable — கச்சிட்ட வடம்
Bevel gauge — சரிவுக் கடிகை

Bias — சார்பாற்றம்
Biased induction relay — புறஞ்சரிந்த தூண்டல் உணர்த்தி
Bias volt — புறஞ்சரி மின்னிலை
Binding — பிணைப்பு
Bimetal fuse wire — இரு உலோக உருக்கம்பி
Bipolar electrodes — இருமுனை மின்முனைகள்
Black body — கரிய பொருள்
Blast furnace control — ஊதுலைக் கட்டுப்பாடு
Bleeding system — கசிவு அமைப்பு
Blind spot — குருட்டுப் புள்ளி
Block diagram — தொகுப்புச் சுற்றுப்படம்
Blowers — ஊதிகள், வீச்சிகள்
Blurred — கலங்கிய
Boiler — கொதிகலன்
Boiling point — கொதி நிலை
Bonding cable — ஓட்டுவடம்
Boosters — நிரப்பிகள்
Bowl — கிண்ணம்
Box loop — பெட்டிக் கண்ணி
Boyle's Law — பாயில் விதி
Bracket pole — தாங்கிகள் பொருத்தப்பட்ட கம்பங்கள்
Brakes — நிறுத்திகள்
Brake shoe — தடுப்புக் கட்டை
Branch circuit — கிளைச் சுற்றதர்
Breaker — பிரிப்பி, முறிப்பி
Breaking — பிரித்தல், முறித்தல்
Breaking stress — தரிப்புத் தகைவு
Breaking current — பிரிப்பு மின்னோட்டம்
Breaking switch — முறிப்பு இணைப்பி
Breakers for lift — தூக்கிகளுக்கான பிரிப்பி
Breathing valve — மூச்சிழு ஓரதர்
Bridge — சமனி
Bridge network — சமனி வலை
Bridge test — சமனிச் (சோதனை) செயலாய்வு
Bridge set — சமனி அமைப்பு
Brightness — ஒளிப்பொலிவு
Brilliance — ஒளிர்வு
British standard wire guage — ஆங்கிலக் கழகப் படித்தரக் கம்பி அளவி

Brittleness	— நொறுங்குந்தன்மை
Brush	— தூரிகை (பிரஷ்)
Bubble	— குமிழி
Buffer resistance	— கிடப்புத் தடை
Bunching wire	— கற்றைக் கம்பி
Bunsans grease spot photometer	— புன்சனின் கிரீஸ் பொட்டு ஒளிமானி
Burnout faults	— கரிந்த பிழைகள்
Bus bar	— பெருந்தண்டு
Bus bar reactors	— பெருந்தண்டு எதிர்வினைப் பான்கள்
Butt welding	— ஒருமட்ட பற்றவைப்பு
Buzzing sound	— முரல் ஒலி
By pass valve	— மாற்று வழி ஓரதர்

C

Cabinet	— பெட்டி
Cable	— வடம்
Cadmium plating	— கேட்மிய முலாம் பூசுதல்
Cage	— கூடு, கூண்டு
Calibrate	— அளவுக் குறியீடு செய்
Candela	— கேண்டெலா
Candle	— மெழுகுவத்தி
Candle power	— (மெழுகு)வத்தித் திறன்
Capacity	— கொள்ளளவு, திறன்
Capacitance	— மின்தேக்கி
Capacitative reactance	— மின்தேக்கி, எதிர்வினைப்பு
Capacitor	— மின்தேக்கி கொண்மி
Capacitor start induction motor	— கொண்மி தொடக்கத் தூண்டல் மோட்டார்
Carbon electrode	— கரி மின்முனை
Carbon filament lamp	— கரியிழை விளக்கு
Carriage	— சுமப்பி
Carrier	— சுமப்பு
Carrying current	— சுமப்பு மின்னோட்டம்
Cascade	— படிப்படியே அதிகரிக்கும் முறை
Cascade control	— படிப்படியே அதிகரிக்கும் கட்டுப்பாடு
Case hardening	— புறணிக் கடினப்படுத்துதல்

Casting	—	வார்ப்பு
Cast steel	—	வார்ப்பு எஃகு
Catenary	—	சங்கிலியம்
Cathode	—	எதிர் மின்வாய்
Cathcderay oscillograph	—	எதிர் முனைக்கதிர் அலைமானி
Cathoderay tube	—	எதிர் முனைக்குழல்
Cation	—	எதிர் அயனி
Ceiling	—	உட்கூரை
Cell	—	மின்கலம்
Cellular type switch board	—	கண்ணறை இணைப்பிப்பலகை
Centre of gravity	—	ஈர்ப்பு மையம்
Centrifugal force	—	மையவிலகு விசை
Centrifugal switches	—	மைய விலகு இணைப்பிகள்
Ceramic insulators	—	மண்வகை மின்காப்பிகள்
Chain drive	—	சங்கிலி ஓட்டம்
Characteristic	—	சிறப்பியல்பு, தற்சிறப்பு
Charge	—	மின்னேற்றம், மின்னூட்டம்
Charge indicator	—	ஊட்டக் காட்டி
Charging batteries	—	மின்னேற்ற மின்கல அடுக்கி
Charging current	—	மின்னேற்றம் ஓட்டம்
Chatter	—	நடுக்கம்
Chemical equivalent	—	வேதியியல் இணைமாற்று
Chimney	—	புகை போக்கி
Chocking coil	—	மின் அடைப்புச் சுருள் அல்லது மின் பொருண்மைச் சுருள்
Chromium	—	குரோமியம்
Chucks	—	பற்றிகள்
Ciliary muscle	—	சிலியாரத் தசை
Cinder	—	தீயால் கரியாக்கப்பட்ட பொருள்
Circuit breaker	—	சுற்றதர்ப் பிரிப்பி சுற்றதர் முறிப்பிகள்
Circularly polarised	—	வட்ட தள வளைவு கொண்ட
Circuit	—	சுற்றதர், சுற்று வழி
Cicuit diagram	—	சுற்றதரின் விளக்கப் படம்
Clamp	—	பற்றிறுக்கி
Classification	—	வகையீடு
Cleat	—	இணைப்புடை சுற்றதர்
Clock wise	—	வலஞ்சுழி
Closed circuit	—	மூடுண்ட சுற்றதர், மூடிய சுற்றதர்
Cloud Chamber	—	மேகக்கலம், முகில் அறை

Clutches	—	இறுக்கிகள்
Coating	—	வண்ணப் பூச்சு
Coaxial coil	—	ஓரச்சுச் சுருள்
Coaxially	—	ஓரச்சு
Co-efficient	—	குணகம்
Co-efficient of adhesion	—	ஒட்டுப் பண்பு குணகம் அல்லது ஒட்டுதல் குணகம்
Co-efficient of coupling	—	இணைப்புக்குறி குணகம்
Co-efficient of expansion	—	விரிவடையும் குணகம்
Co-efficient of mutual induction	—	பரிமாற்று மின் தூண்டல் குணகம்
Co-efficient of thermal conductivity	—	வெப்பக் கடத்துத்திறன் குணகம்
Co-efficient of viscosity	—	பாகியல் குணகம்
Cohesive force	—	பிணைப்பு விசை
Coil	—	சுருள்
Coiled coil	—	சுருள்மேல் சுருள்
Coil span	—	சுருள் இடை நீளம்
Cold cathode emission	—	குளிர் எதிர்முனை வெளிப்பாடு
Collector ring	—	திரட்டு வளையம்
Colliery	—	நிலக்கரிச் சுரங்கம்
Colliery winder	—	நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் சுழல் ஏற்ற மின் பொறி
Collision process	—	மோதல் நிகழ்ச்சி
Colour ray	—	நிறக் கதிர்
Combination of resistances	—	கூட்டுத் தடைகள்
Combined field	—	கூட்டுப்புலம்
Commutator	—	மின் போக்கு மாற்றி
Commutator motor	—	திசை மாற்ற இயக்கி
Compensating coil	—	சமனச் சுருள்
Compensating winding	—	ஈடுசெய் சுருணை
Complex wave	—	கலப்பு அலை
Complementary	—	எதிர் நிரப்பு
Component	—	உறுப்பு
Compound wound	—	கூட்டுச் சுற்று
Compressed air	—	அமுக்கிய வளி
Concentration	—	செறிவாக்கல்
Condenser	—	இரு மின்னேற்பி
Conductance	—	கடத்துமை
Conduction	—	வெப்பங் கடத்தல்

Constant	—	மாறிலி, மாறா நிலையான
Contactor type starters	—	தொடுவகைத் தொடங்கிகள்
Contact potential	—	தொடுநிலை, மின்னழுத்தம்
Control gear	—	கட்டுப்பாடு அமைப்பு
Control grid	—	கட்டுப்பாடு வலை
Contacts	—	தொடு முனைகள்
Contactors	—	தொடுவிகள்
Convection	—	வெப்பச் சலனம்
Coolers	—	குளிர்த்திகள்
Copper	—	தாமிரம் (செப்பு)
Coulomb	—	கூலம்
Core	—	உள்ளகம்
Core-balanced protection	—	உள்ளீடு சமன்பட்ட பாதுகாப்பு
Coreless furnace	—	உள்ளகமற்ற தூண்டல் மின் உலை
Corona	—	ஒளி வட்டம்
Corridor	—	நடைக் கூடம்
Corrosion	—	சாம்பல்
Cosine	—	கொசைன்
Counter e.m.f	—	எதிர் மின்னியக்கு விசை
Couple	—	இணை
Couplings	—	இணைப்புகள்
Covalent bond	—	சமவலுப் பிணைப்பு
Crane	—	பாரந்தூக்கி அல்லது சுமை தூக்கி
Crank	—	சுற்றிக் கிளப்பல்
Crucible	—	புடக்குகை, மூசை
Creepage	—	ஊர்வு
Creepage distance	—	ஊர்வுத் தொலைவு
Crest factor	—	முகட்டுக் காரணி
Critical angle	—	மாறுதானக் கோணம்
Critical resistance	—	உய்யத் தடை
Critical temperature	—	மாறுநிலை வெப்பநிலை
Critical value	—	மாறுநிலை அல்லது உய்ய மதிப்பு
Crooke's dark space	—	குருக்ஸ் இருள் வெளி
Cross cut saws	—	குறுக்கு வெட்டு இரம்பம்
Crucible furnace	—	கரண்டி உலை
Crystal	—	படிகம்
Crystal rectifier	—	படிக நிவர்த்திப்பான்
Cubical type	—	பெட்டி வகை

Cumulative compounding — திரள் கூட்டமைப்பு
Current — மின்னோட்டம்
Current density — மின்னோட்டச் செறிவு
Current strength — மின்னோட்ட வலிமை
Cut in and cut off — இணைவும், முறிவும்
Cut out — பிரிப்பி
Cycle per second — சுற்றுகள்/விநாடி
Cyclic state — சுற்றுந்தன்மை
Cylinder — நீள் உருளை
Cylindrical rotor — நீள் உருளைச் சுழலி
Cynide dip — சயனைடில் தோய்வி

D

Damping — தளர்த்தி, ஒடுக்கி
Daniel cell — டேனியல் கலம்
Data — விவரங்கள்
Dead load — நிலைச் சுமை
Decay — சிதைவு
Decomposition — பிரிகை
De coupling — இணை பிரிப்பு
Decrement curve — குறைதல் வளைவு (குறைதல் வரி வடிவம்)
De energise — மின் வலு விழக்கச் செய்
Deep red — ஆழ்ந்த சிவப்பு
Defect — குறைபாடு
Definition — வரையறை
Deflection — விலகல்
Deflecting couple — விலக்கு இரட்டை
Deflecting field — விலகு புலம்
Degrease — நெய்ப்பசை நீக்கம்
Delta — முக்கோண
Demagnetisation — காந்த நீக்கம்
Demand — தேவை
Density — அடர்த்தி
Depolarisers — தளவிளைவு நீக்கிகள்
Deposits — படிவங்கள்
Descending characteristic — இறக்கச் சிறப்பியல்
Design — திட்ட அமைப்பு
Deterioration — குன்றல், சிதைவு

Deviation — திசை மாற்றம்
Dial — முகப்புத்.தகடு
Dia Magnet — குறுக்குக் காந்தகம்
Diaphragm — இடைத் திரை
Die — வார்ப்புரு
Dielectric constant — இரு மின்னேற்புக்கெழு
Dielectric heating — இரு மின்னேற்பிச் சூடாக்கம்
Dielectric loss — மின்னேற்பி இழப்பு
Differentiating — பகுப்பு
Diffraction — விளிம்பு விலகம்
Diffuse — பரவி, விரவச் செய்
Dilute — செறிவாக்கம் குறைந்த
Dimension — அளவு
Dimming lamps — மங்கு விளக்குகள்
Diode — இரு முனையம்
Dip — இறக்கம், சரிவு, அமிழ்வு
Direct current — நேர் மின்னோட்டம்
Direct indicating — நேரடி காட்டல்
Direct proportion — நேர் விகிதம்
Direct-resistance-heating — நேரடி தடைச் சூடாக்கம்
Disc — வட்டு
Discharge — மின்னிறக்கம்
Discharge lamp — மின்னிறக்கம் விளக்கு
Discharge tube — மின்னிறக்கக் குழாய்
Discrimination — பிரித்துணர்வு
Dispersion — நிறப்பிரிகை
Dissipation — சிதறல்
Distortion — திரிபு, உருக்குலைவு
Distance protective system — தொலைவு பாதுகாப்பு அமைப்பு
Distributing mains — பகிரும் மின் தோற்று வாய்கள்
Distribution — பகிர்வு, பங்கீடு
Distribution network — பகிர்வு வலை, பங்கீட்டுவலை
Distribution factor — பகிர்வுக் காரணி, பங்கீட்டுக் காரணி
Divergence — விரிவு
Diverters — வழி திருப்பிகள்
Double refraction — இரட்டை ஒளி விலகல்
Drawing-in-cables — உள் நீட்டு வடம்
Drawing out switch board — வெளிநீட்டு இணைப்பிப் பலகை
Drilling machine — துளையிடு இயந்திரம்
Drive — ஓட்டு

Driving wheel — இயங்க வைக்கும் சக்கரம்
Drooping characteristic — கீழ்நோக்கிச் செல்லும் சிறப்பியல்பு
Dropper — விழுவி
Drum starter — உருளைத் தொடக்கி
Drum type controller — உருளைவகைக் கட்டுப்படுத்தி
Dry battery — பசை மின்கல அடுக்கு
Dry cell — உலர் மின்கலம்
Duct — புழை
Duct ventilated motor — புழை காற்றோட்டம் இயக்கி
Ductility — இழுபடுத்தன்மை
Duplicate feeder — துணை மின் ஊட்டி
Duo diode — இரட்டை இருமுனைக் குழாய்
Dust-particle — தூள், துகள்கள்
Dye — சாயம்
Dynamic braking — இயக்கவியல் நிறுத்தி
Dynamic characteristics — இயக்கவியல் தற்சிறப்புகள்
Dynamical equilibrium — இயக்கச் சமநிலை
Dynamo — மின் தோற்றி
Dynamometer — இயங்களவி

E

Earth — நிலம், தரை
Earthing — தரையிடல், தரையிணைப்பு
Earth fault — தரைபிழை
Eddy current — சுழல் மின்னோட்டம் அல்லது சுழி மின்னோட்டம்
Effective — விளைப்பயன்
Effective value — விளைவுறு மதிப்பு
Efficiency — பயனுறு திறன்
Elasticity — மீள்திறன்
Electric circuit — மின் சுற்றதர் அல்லது மின் — சுற்று வழி
Electric drives — மின் முறை ஓட்டுகள்
Electric braking — மின் முறை நிறுத்தி
Electric furnace — மின் உலை
Electric fuses — மின் உருகிகள்
Electric heating — மின் முறைச் சூடாக்கம்
Electrical intensity — மின் செறிவு

Electrical oscillation — மின் அலைவுகள்
Electric lighting — மின் விளக்கிடல்
Eectric power supply — மின் திறன் அமைப்பு
Electric resonance — மின் ஒத்த திர்வு
Electric source — மின் தோற்று வாய் மின்னூற்று
Electric supply — மின்தருவி, மின் வழங்கல்
Electric fraction — மின் முறை இழுப்பு
Electric wiring — மின் கம்பியிடல்
Electricity — மின்சாரம்
Electro-chemical equivalent — மின் வேதிய இணைமாற்று
Electrode — மின் வாய்
Electro facing — மின் மேற் பூச்சு
Electro forming — மின் வடிவமைப்பு
Electro magnetic unit — மின் காந்த அலகு
Electro static field — நிலை மின் புலம்
Electro static unit — நிலை மின் அலகு
Electro magnet — மின் காந்தம்
Eectron — எலக்ட்ரான்
Electro plating — மின் முலாம் பூசுதல்
Electrolysis — மின் பகுப்பு
Electrostatics — மின் நிலைமம்
Electro stripping — மின் முறையில் உரித்தெடுக்து அகற்றல்
Element — தனிமம்
Ellipse — நீள் வட்டம்.
Emission — வெளிவிடுதல்
Emissivity — கதிர் வீச்சு எண் வெளி விடு திறன்
Emphirical law — அனுபவ விதி
Emulsion — குழம்பு
Enamel — எனுமல்
Enclosure — அடைப்பு, உள்ளடக்கம்
Energize — மின் வலுப் பெறு
Energy — ஆற்றல்
Envelope — உறை
Epidioscope — எப்பிடியாஸ் கோப்
Episcope — எப்பிஸ் கோப்
Equaliser — சமன் படுத்தி
Equatorial line — நடுக்கோடு
Equilibrium — சமநிலை

Equivalent circuit — சமச் சுற்றதர்
Equivalent weight — இணைமாற்று எடை
Erg — எர்கு
Error — பிழை
Estimating — மதிப்பிடல்
Ethane analyser — 'ஈ தேன்' பகுப்பாய்வு
Ether — ஈதர்
Ether evaporative condenser — ஈதர் மின்மக் கொண்மி
Excitation — கிளர்வு
Self excited — தன் கிளர்ச்சி
Separately excited — தனிக் கிளர்த்து
Exciter — கிளர்வி
Exciter lamp — கிளர்வி விளக்கு
Explosion spot — வெடிப்புக் காலம்
Exposed film — நிறப்புண்ட படலம்
External latent heat — புற உள்ளுறை வெப்பம்
Experiment — சோதனை
External pressure cable — வெளியழுத்த வடம்
Extinction angle — அணைதல் கோணம்
Extraction of metals — உலோகங்களைப் பிரித்தெடுத்தல்
Eye piece — கண்ணருகு லென்ஸ்

F

Face plate — முகத்தட்டு
Face plate starter — முகத்தட்டுத் தொடக்கி
Factor — காரணி, காரணக்கூறு
Factory — தொழிற்சாலை
Fading — மங்கல்
Failure — பழுது
Failure of insulation — மின் காப்புப் பழுது
Fault — பிழை
Fault location — பிழை இருப்புணர்தல்
Feeder — ஊட்டி
Feeding Point — ஊட்டுப்புள்ளி
Feed back — பின்னூட்டம்
Feed back control system — பின்னூட்ட கட்டுப்பாடு இமைப்பு
Feed water — ஊட்டு நீர்
Ferro magnet — அயக்காந்தம்

Fibrous insulator — நார் மின் காப்பி
Field — புலம்
Field alternator — புலமாறு மின்னோக்கி
Field coil — புலச் சுருள்
Field control — புலக் கட்டுப்பாடு
Field emission — புல வெளிப்பாடு
Field lens — புல வில்லை
Field magnet — புலக் காந்தம்
Field of view — பார்வைப்புலம்
Field rheostat — புலத் தடை மாற்று
Field strength — புலச் செறிவு
Filter — வடிப்பி
Filter lead — வடிப்புத் தளை
Firing angle — எரிதில் கோணம்
Fish plate — உரந்தட்டு
Fittings — பொருந்துகள்
Flame — சுடர்
Flange — விளிம்புப் பட்டை
Flash butt welding — சுடர் தெறிப்பு மட்ட பற்று வைப்பு
Flexible cable — நெகிழ்ச்சி வடம்
Flicker photometer — இமைத்தல் ஒளி மானி, விட்டு விட்டு ஒளிர்தல் மானி
Flood light — புனல் ஒளி
Flow meter — பாய்வு அளவி
Fluctuating load — மாற்று நிலை சுமை, ஏற்ற இறக்கச் சுமை
Fluorescence — உடன் ஒளிர்தல்
Fluorescent lamp — தன்னொளிர்வு விளக்கு
Fluorescent screen — ஒளிர் திரை
Fluid — பாய் பொருள்
Flux (used for welding) — இளக்கி அல்லது ஒழுக்கி
Flux density (magnetic) — காந்தப் பாய்வு அடர்த்தி
Fly wheel — சமனுருளை
Focal plane — குவியத்தளம்
Focus — குவியம்
Forging — அடித்து வடித்தல்
Foundation bolt — அடித்தள மரையாணி
Frame work — சட்ட வேலை
Frequency — அலை வெண், அதிர் வெண்

Frequency (high) — (மிகை) அலை வெண்
Frequency changer — அலை வெண் மாற்றி
Frequency deviation — அலை வெண் விளக்கம்
Frequency modulation — அலை வெண் பண்பேற்றம்
Frequency response — அதிர் வெண் துலக்கம்
Frequency stabilization — அலைவெண் நிலைப்படுத்துதல்
Friction plate — உராய்வுத் தட்டு
Fuel pump — எரி பொருள் இறைப்பி
Fulcrum — தாங்கு புள்ளி
Full wave rectifier — முழு அலை நிவர்த்திப்பான்
Furnace — உலை
Fuse — உருகி
Function — செயல் புரி
Fuse adapter — உருகி செருகி
Fuse (bus bar) — பெருந்தண்டு உருகி
Fuse cartridge — உருகி உறை
Fuse element — உறுகி உறுப்பு
Fuse lead — ஈய உருகி
Fuse welding — உருகு பற்றவைப்பு
Fuse wire — உருகுக் கம்பி
Fusion — உருகுதல்

G

Gain — ஈட்டம்
Galvanising — துத்த நாகப் பூச்சு
Galvanometer — மின்னோட்டங்காட்டி
Gang control — தொகுப்புக் கட்டுப்பாடு
'Gama' rays — 'காமா' கதிர்கள்
Gas — வாயு
Gaseous bulb — வாயு நிரப்புப்பட்ட குமிழ்கள்
Gas analyser — வளிமைப் பகுப்பாய்வி
Gas filled cable — வளிமை நிரப்பு வடம்
Gauge — கடிகை
Gelatine — ஊன் பசை
Generator — மின்னாக்கி
Separately excited- — தனிக் கிளர்ச்சிப் புல
Shunt- — கிளை புல
Series- — தொடர் புல
Compound- — கூட்டுப்புல
Glass prism — கண்ணாடிப் பட்டகம்

Gilted	—	முலாம் பூசிய
Glow lamps	—	பொலிவு விளக்குகள்
Gold leaf electroscope	—	தங்க இலை மின்காட்டி
Good conductor	—	நற்கடத்தி
Governor	—	ஆள்வி
Graded	—	ஒரு படி முறைப் படுத்து
Gradient	—	சரிவு, வாட்டம்
Graduate	—	அளவுக் குறியீடு செய்
Granulation	—	சிறு மணிகள்
Gram molecule	—	கிராம் மூலக் கூறு
Gram weight	—	கிராம் எடை
Grating	—	கிராதி
Grid	—	வலை
Grid leak resistor	—	வலைக் கசிவுத் தடை
Grounded	—	தரையிடப் பட்ட
Ground glass	—	தேய்த்த கண்ணாடி
Ground resistance	—	தரைத் தடை
Ground wire	—	தரைக் கம்பி
Group	—	தொகுப்பு
Grouping of cells	—	மின் கலங்களின் தொகுப்பு
Gross	—	முழு மொத்த
Guard ring	—	காப்பு, வளையம்
Gun metal	—	வெண் கலம்
Gyration radius	—	சுழல் ஆரம்
Gyroscope	—	சுழல் வேகமானி

H

Hacksaw	—	கைவாள்
Half wave rectifier	—	அரையலை நிவர்த்தி
Hammer	—	சுத்தி
Hard drawn copper	—	உள்ளீட்டு செம்பு
Heating	—	சூடாக்கம்
,, (Resistance)	—	,, (மின் தடை)
,, (Radiant)	—	,, (வீசு கதிர்)
,, (Induction)	—	,, (தூண்டல்)
,, (Salt bath)	—	,, (உப்புத் தொட்டி)
,, (Di electric)	—	,, (இரு மின்னோற்பி)
Heat treatment	—	வெப்ப பாவித்தல்
Helix	—	விரிபரப்புச் சுருணி

High current — மிகை மின்னோட்டம்
High frequency — உயர் அலை வெண்
High frequency heating — உயர் அலை வெண் சூடாக்கம்
High resistance — மிகைத் தடை
High voltage — மிகை முன்னிலை
Hoist — பளு தூக்கி
Holder — பிடிப்பி
Hole — பொந்து
Hollow — உள்ளீடற்ற
Homogeneous — ஒரு படித்தான
Hopper — பெய் குடுவை
Horizontal — கிடை மட்டம்
Horizontal axis — கிடை அச்சு
Horizontal intensity — கிடைச் செறிவு
Horizontal plane — கிடைத் தளம்
Horn gap — கொம்புச் சந்தி
Horse power — குதிரைத் திறன்
Hose — வளைகுழல்
Hot cathode rectifier — சுடு எதிர் முனை நிவர்த்திப்பான்
Hot clean — வெப்பத் தூய்மை
Hot junction — சுடு சந்தி
Hot shock — சூட்டதிர்ச்சி
Hot wire — சுடு கம்பி
Hum — முரற்சி
Humidity — ஈரப்பதன்
Humidity cell — ஈரப்பதன் கலம்
Hunting — அலைதல்
Hypothesis — ஊகம்
Hysteresis co-efficient — தயக்கக்குணகம்
Hysteresis loop — தயக்கக் கண்ணி
Hysteresis loss — தயக்க இழப்பு
Hysteresis — (காந்த) தயக்கம்

I

Idle wheel — வெற்றுச்சக்கரம்
Ignitor — இக்னைட்டர் அல்லது தீத்தூண்டு
Ignitron — இக்னிட்ரான்
Illumination — ஒளியூட்டம்

Image — பிம்பம்
Immersion coil — அமிழ் சுருள்
Impedance — மறிப்பு
Impulse gap — கணத்தாக்கச் சந்து
Impulse voltage — கணத்தாக்க மின்னழுத்தம்
Imparity — மாசு
Incandescent lamp — எரிஒளிர்வு விளக்கு
Incandescence — எரி ஒளிர்வு, வெண்சுடர்
Incident ray — படுகதிர்
Inclination — சாய்வு
Indicators (max. demand) — காட்டிகள் (பெருமத் தேவை)
Indirect resistance heating — மறைமுகத்தடை சூடாக்கம்
Induced current — தூண்டிய மின்னோட்டம்
Inductance — தூண்டம்
,, Self — தற்தூண்டம்
,, Mutual — பிறிதின் தூண்டம்
Induction — தூண்டல்
Inductive — தூண்டு
Induction coil — தூண்டற் சுருள்
Induction motor — தூண்டல் இயக்கி
Induction instrument — தூண்டல் கருவி
Induction regulator — தூண்டல் ஒழுங்குபடுத்தி
Induced e. m. f. — தூண்டிய மி. இ. வி.
Inert gas — மந்த வாயு
Inertia — நிலைமம்
Infra red rays — அகச் சிவப்புக்கதிர்
Ingot — வார்ப்புப்பாளம்
Inherent regulation — இயல் ஒழுங்குபாடு
Inorganic — கனிம
Input — உள்ளீடு
Insulate — காப்பீடு
Instruments — கருவிகள்
Installation — நிறுவல்
Integrating surface — முழுமைப்படுத்தும் பரப்பு
Intercept — வெட்டுத் துண்டு
Interference — குறுக்கீடு
Interlock — இடைப் பூட்டிய
Interpoles — இடை முனைகள்
Intersheaths — இடை உறைகள்
Intermittent — இடை விட்ட

Intensity — செறிவு
,, of illumination — ஒளிவிளக்கச் செறிவு
,, of magnetization — காந்த ஆக்கச் செறிவு
Intrinsic brilliance — உள்ளார்ந்த பொலிவு
Interruptor — குறுக்கீடு, தடுப்பான்
Inverse Square Law — இருமடி எதிர்விதி
Inverse — தலைகீழ்
Insulation — மின் காப்பு
Insulator — மின் காப்பி
Intensity of field — புலச் செறிவு
Ion — அயான்
Ionisation — அயனியாக்கம்
Iron loss — இரும்பு இழப்பு
Iron clad switch — இரும்பறை இணைப்பி
Isolating switch — தனிப்படுத்து இணைப்பி
Isolator — தனிப்படுத்தி

J

Jacket — உறை
Jaw — இணை உறுப்புகளில் ஒன்று
Jelly — பாகு
Jet — நீர்த்தாரை
Jib — பாரந்தூக்கியின் விட்டம்
Jockey — தொடுகோல்
Joist — படுக்கை தேக்கு விட்டம்
Joule — ஜூல்
Jumper — சம்பூரக் கம்பி
Junction — சந்தி
Junction box — சந்திப்பெட்டி

K

Kations — நேர் அயனிகள்
Key way — சாவித்துளை
Kilo watt hour — கிலோ-வாட் மணி
Kinetic energy — இயங்கு ஆற்றல்
Knife switch — கத்தி இணைப்பி
Knob — கைப்பிடி

Knock — உலோக ஓசை
Knot — கடல் நீட்டலளவு
Knuckle joint — விரல்கணு மூட்டு

L

Laboratory — செயலாய்வுக் கூடம்
Lagging current — பிந்து மின்னோட்டம்
Lambert Cosine Law — லாம்பர்ட்டின் கொசைன் விதி
Lamination — புரை
Laminated core — புரையிடை உள்ளகம்
Lap winding — மடிப்புச் சுற்றல்
Latch — தாழ்ப்பாள்
Lateral displacement — பக்கவாட்டு இடமாற்றம்
Lattice construction — சட்டக் கட்டுமானம்
Law — விதி
Law of Inverse Squares — இருமடி எதிர்விகித விதி
Layer — அடுக்கு
Laying — வேய்தல்
Layout — மனைப்பிரிவு
Leads — தலைகள்
Leading current — முந்து மின்னோட்டம்
Leakage — கசிவு
Least — மீச்சிறு
Left hand-rule — இடக்கை விதி
Lenz's Law — லென்ஸ் விதி
Levelling screws — சரிமட்டத் திருகாணிகள்
Lift — தூக்கும் கருவி
Light beam — ஒளிக் கற்றை
Lightning arresters — மின்னல் கடத்தி
Limiters — மட்டுப்படுத்திகள்
Line (short) — குறு மின்தொடர்
Line (long) — நெடு மின்தொடர்
Linear motion — நேர்கோட்டு இயக்கம்
Linear velocity — நேர்கோட்டுத் திசைவேகம்
Link — இடையிணைப்புக் கோப்பு
Liquid starters — நீர்மத் தொடக்கி
Live load — இயக்கச் சுமை
Load — சுமை
Load equaliser — சுமைச் சமன்படுத்தி
Load factor — சுமைக் காரணி

Local action — உள்ளிடவினை, உள்ளிட இயக்கம்
Lock gate — பூட்டு வாயில்
Location of faults — பிழையிருப்புக் கண்டுபிடித்தல்
Loco shed — உள்ளூர் இயங்கும் பொறித் தொழிலகங்கள்
Locomotive — உள்ளூர் இயங்கும்பொறி
Loom — தறி
Loop — கண்ணி
Longitudinal waves — நெடுக்கு அலைகள்
Low tension battery — குறை மின்னழுத்தம்
Lubricant — உயவு
Lumen — லூமென்
Luminous flex — ஒளிப்பாய்வு
Luminescence — ஒளிர்தல்
Lux — லக்ஸ்

M

Machine — இயந்திரம், பொறி
Magnet — காந்தம்
Magnetic field — காந்தப் புலம்
Magnetic flux — காந்தப் பாய்வு
Magnetic leakage — காந்தக் கசிவு
Magnetic lines of force — காந்த விசைக்கோடுகள்
Magnetic saturation — காந்தத் தெவிட்டு நிலை
Magnetic susceptibility — காந்த ஏற்புத்திறன்
Magnetic track brake — காந்தத் தடநிறுத்தி
Magnetization — காந்தமாக்கல்
Maleable — வளைந்து கொடுக்கிற
Mass — நிறை
Master controller — தலைமைக் கட்டுப்படுத்தி
Material — பருப்பொருள்
Maximum — பெருமம்
Maximum demand indicator — பெருமத் தேவை காட்டி
Mean spherical candle power — கோளச் சராசரி வத்தித்திறன்
Medium — இடைநிலை, ஊடகம்
Melting point — உருகுநிலை
Mercury arc rectifier — பாதரச வில் நிவர்த்திப்பான்

Mercury vapour lamp — பாதரச ஆவி விளக்கு
Messenger wires — செய்திக் கம்பிகள்
Metal clad circuit breaker — இரும்புறை சுற்றுதர் பிரிப்பி
Metal clad switch — உலோக அறை இணைப்பி
Metal rectifier — உலோக நிவர்த்திப்பான்
Metal sheathed cable — உலோகப் புறணி வடம்
Metastable — உறுதியற்ற சமநிலை
Mesh connection — வலைய இணைப்பு முறை
Meter — அளவி
Metre bridge — சுற்றமைப்பு
Milling machine — அரைக்கும் இயந்திரம்
Mines — சுரங்கங்கள்
Mixtures — கலப்புகள்
M. M. F. — காந்த இயக்கு விசை (கா.இ.வி)
Module — பல்லின் வட்ட விட்டம்
Modulation — அலை மாற்றம்
Molecule — மூலக்கூறு
Momentum — உந்தம்
Mortar — சாந்து, காரை
Moulding box — வார்ப்புப்பெட்டி
Moving-coil instrument — நகர் சுருள்கருவி
Moving-iron instrument — நகர் இரும்புக் கருவி
Multiplier — பெருக்கி
Mutual inductance — பிறிதின் தூண்டல்

N

Natural impedance — இயல் மறிப்பு
Negative — எதிர்க்குறி
Neon signs — நியான் சைகைகள்
Neutral link — நடுநிலைக் கோப்பு
Natural molecule — நடுவியல் மூலக்கூறு
Neon lamp — நியான் விளக்கு
Nickel plating — நிக்கல் முலாம் பூசுதல்
Nipple — காம்பு
Nominal — பெயரளவு
Node — கணு
Normal — இயல்பான
North pole — வட முனை

Notch	—	பிளப்பு, காடி
Normal temperature and pressure	—	படித்தர வெப்பநிலையும் அழுத்தமும்
No volt release	—	மின்னழுத்தமில்லாத போது விடுவிக்கும் விடுவிப்பி
Nozzle	—	மூக்குக்குழல், நுனிக்குழல்
Nucleus	—	அணுக்கரு
Nut fasteners	—	மரை இணைப்பிகள்

O

Oblique	—	சாய்வான
Observations	—	கண்டறிதல்
Observer	—	நோக்காளன்
Off	—	பிரிப்பு, நீக்கம், முறிவு
Oil circuit breaker (O. C. B.)	—	எண்ணெய்ச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி (எ. சு. பி.)
Oil filled cables	—	எண்ணெய் நிரப்பு வடங்கள்
On	—	இணைவு
Opaque	—	ஒளிபுகா
Open circuit	—	திறந்த சுற்றதர்
Open circuited transmision line	—	திறந்த சுற்றதர் செலுத்தத் தொடர்
Open type circuit breaker	—	திறந்த வகைச் சுற்றதர்ப் பிரிப்பி
Operation and maintenance	—	இயக்கமும் பராமரிப்பும்
Optic axis	—	ஒளியியல் அச்சு
Optical bench	—	ஒளியியல் பலகை
Orbit	—	சுற்றுப்பாதை
Oscillation	—	அலைவு
Oscillator	—	அலைவி
Out-of-balance	—	சமனில்லா நிலை
Output power	—	திறன் வெளிப்பாடு
Oven	—	அடுப்பு
Over current	—	மிகை மின்னோட்டம்
Over head equipment	—	தலைமிசைக் கருவி
Over lap	—	மீதூர்தல், மேற்சென்று கவிழ்
Over head line	—	தலைமிசைத் தொடர்
Over load relay	—	மிகைச் சுமை உணர்த்தி
Overload release	—	மிகைச் சுமை நீக்கி

P

Panel mounting	—	சட்டம் ஏற்றல்
Paper impregnated	—	தாள் சினைப்பூட்டிய
Pantograph	—	உருள்தண்டு, சட்டமைப்பு
Parabola	—	பரவளையம்
Parallax error	—	இடமாறு தோற்றப் பிழை
Parallel circuit	—	இணைச் சுற்றதர்
Parallel operation	—	இணையியக்கம்
Para magnet	—	இயல் காந்தம்
Para meter	—	அளவுரு
Particle	—	துகள்
Pay-load	—	வருவாய்ச் சுமை, ஆதாய எடை
Peak	—	உச்சநிலை
Percent	—	சதவீதம், விழுக்காடு
Perceptibility	—	புலனாகும் தன்மை
Period of oscillation	—	அலைவு நேரம்
Periphery	—	பரிதி
Permeability	—	உட்புகு திறன்
Permanent magnet	—	நிலைக் காந்தம்
Persistence of vision	—	பார்வை நீட்டிப்பு
Phase	—	உந்தி, நிலை
Phase difference	—	உந்தி வேறுபாடு
Phase sequence	—	உந்தி வரிசை
Phase advancer	—	உந்தி முன்னேற்றம்
Photo cell	—	ஒளி மின்கலம்
Photo electric fatigue	—	ஒளி மின் சோர்வு
Photo meter	—	ஒளிமானி
Pick up	—	பற்றிக் கொள்ளல்
Pinch	—	நெருக்கட்டம்
Pinch effect	—	முனை முறிவு விளைவு
Pinion	—	சிறு பற்சக்கரம்
Pin type insulator	—	செருகிவகைக் காப்பி
Piston	—	முசலகம், உந்து தண்டு
Pivot	—	ஆணல், சுழற்சித்தானம்
Planing machine	—	இழைப்புப் பொறி
Plaster of paris	—	பாரிஸ் சாந்து
Plug	—	முளை, செருகி
Plugging	—	செருகல்
Plunger	—	குண்டலம்

Pneumatic — வளியழுத்த
Pointer — குறிமுள்
Polarisation — தளவிளைவு
Polarity — முனைமை
Pole — முனை
Pole changing — முனை மாற்றல்
Pole mover (shaded) — கட்டுடை முனை இயக்கி
Pole (Inter) — இடை முனை
Pole strength — முனை வலிமை
Poly phase — பல உந்தி
Polishing wheel — மெருகூட்டுருள்
Porous pot — நுண்துளைப் பாண்டம்
Positive — நேர்க்குறி
Potential — மின்னழுத்தம்
Potential distribution — மின்னழுத்தப் பரவல்
Potential energy — நிலை ஆற்றல்
Potential gradient — மின்னழுத்தச் சரிவு
Power — திறன்
Pressure — அழுத்தம்
Pressure cable — அழுத்த வடம்
Pressure drop — அழுத்த வீழ்ச்சி
Prime mover — முதன்மை இயக்கி
Printing press — அச்சுப்பொறி, அச்சகம்
Projection — எறிவு
Propagation — பரப்பல்
Propeller pump — முற்செலுத்த இறைப்பி
Protection devices — பாதுகாப்பு அமைப்புகள்
Pulse — துடிப்பு
Pulsating — துடிக்கும்
Punching machine — துளையிடும் கருவி
Push button — அழுத்தும் பொத்தான்
Push-pull — தள்ளு-இழு

Q

Quadratic — நாற்கோணமுள்ள
Quality — பண்பு, தரம்
Quantity — அளவு
Quadrant — கால் வட்டம்
Quadratic expansion — இருமடிக் கோவை

Quantum Theory — குவான்டம் கொள்கை
Quartz — படிகக்கல்
Quenching — தணிக்கும்
Quick setting — விரைவிறுகல்
Quiescent current — அமைதி மின்னோட்டம்
Quotation — குறிக்கப்பட்ட விலை

R

Radiant heating — வீசுகதிர் சூடாக்கம்
Radiation — வீசுகதிர், கதிர்வீச்சு, வெப்பக்கதிர் வீசல்
Radius of gyration — சுழல் ஆரம்
Rail — இருப்புப்பாதை
Rand — ஒழுங்கற்ற
Rare faction — அடர் குறைப்பு
Rate of acceleration — முடுக்க வீதம்
Rating — திட்டவரை
Reactance — எதிர் வினைப்பு
Reciprocal — தலைகீழ் மதிப்பு
Reciprocating masses — மாறிமாறி எதிரியங்கும் நிறைகள்
Recording — பதிவீடு
Recovery voltage — மின் அழுத்தம்
Rectifier — நிவர்த்திப்பான்
Rectifier grid control — வலைக் கட்டுப்பாட்டு நிவர்த்திப்பான்
Reducion factor — குறைப்புக் காரணி
Refinery — தூய்மிப்பாலை
Refining — தூய்மித்தல், தூய்மைப் படுத்துதல்
Reflector — எதிரொளிப்பான்
Refractory — உயர்வெப்ப ஏற்பு
Regenerative braking — மீள் ஆக்க நிறுத்தி
Regulation — ஒழுங்குபாடு
Regulator — ஒழுங்குபடுத்தி
Relative motion — சார்பியக்கம்
Relay — உணர்த்தி
Release — விடுவிப்பி
Reluctance — காந்தத் தடை
Remote control — தொலைவுக் கட்டுப்பாடு
Repulsion — எதிர்த்துத் தள்ளுதல்

Reservoir — நீர்த்தேக்கம்
Residual magnetism — மீந்தக் காந்தம்
Resistance — தடை
Resistance welding — மின் தடைப் பற்றவைப்பு
Resistivity — தடைமை
Resonance — ஒத்திசைவு
Restriking voltage — மீள் தாக்கு மின்னழுத்தம்
Resultant — விளைவு
Retentivity — பற்றுத்திறன்
Retina — விழித்திரை
Reversible — நேர் எதிர்
Reversing gear — திரும்பு சுழல் பல்லிணை
Revolution per minute — சுற்றுகள்/நிமிடம்
Rheostat — தடை மாற்றி
Rheostatic braking — தடைமாற்றி நிறுத்தல்
Rigidity modulus — விறைப்புக் குணகம்
Ring main — வளையத்தலை
Rivetting — தறையாணி அடிப்பு
Ripple — சிற்றலை
Rolling mill — உருள் ஆலை
Root mean square — சராசரி இருமடியின் இருமடி மூலம்
Rope brake — கயிற்றுத் தடுப்பு
Rotor — சுழலி
Rotation — சுழற்சி
Rotating field — சுழல் புலம்
Rotary blowers — சுழல் வீசிகள்
Rotary converter — சுழல் இணைப்பி
Rotary selector switch — சுழல் தெரிந்திணைப்பி
Rotor starter — சுழல் தொடக்கி
Roughness — முரடான
Rusting — துரு
Rupture — முறிவு

S

Safety device — காப்பமைப்பு
Sag — தொய்வு
Salt bath heating — உப்புத் தொட்டிச் சூடாக்கம்
Sandwich — இடைச்செருகல்

Saturate — தெவிட்டிய
Saturation — தெவிட்டு நிலை
Scour — தேய்த்துத் துப்புரவாக்கு
Screen — திரை
Screen grid — திரை வலை
Sector — வட்டக்கோணப் பகுதி
Second — விநாடி
Secondary cell — துணை மின்கலம்
Self excitation — தற்கிளர்வு
Self induction — தன் தூண்டல்
Separately excited — தனிக் கிளர்வுற்ற
Series motor — தொடர்புல மோட்டார் அல்லது இயக்கி
Series resonance — தொடர் அலை ஒத்திசைவு
Series parallel control — தொடர் இணைக் கட்டுப்பாடு
Series wound generator — தொடர் சுற்றிய மின்னாக்கி
Service main — பணித்தலை
Shaded pole — கட்டுடை முனை
Shaft — இருசு, சுழல்தண்டு
Shield — காப்பு
Shielding — காப்பிடல்
Sheath — புறணி
Ship propulsion — கலத்தினை முற்செலுத்தல்
Short chorded winding — குறை நாண் சுருணை
Short circuit fault — குறுக்குச் சுற்றதர்ப் பிழை
Shunt field — கிளை புலம்
Shunt motor — கிளைபுல மோட்டார் அல்லது இயக்கி
Shunt wound generator — கிளைபுலஞ் சுற்றிய மின்னாக்கி
Signalling — சைகை செய்தல்
Silver plating — வெள்ளி முலாம் பூசுதல்
Simple hormonic motion — சீரிசை இயக்கம்
Sine curve — சைன் வளைவு கோடு அல்லது வளைவு
Single layer winding — ஒற்றை அடுக்குச் சுருணை
Single bar current transformer — ஒற்றைத் தண்டு மின்னோட்ட மின் மாற்றி
Skew coil — சாய்சுருள், கோணற் சுருள்
Skewing — சாய்வு

Skin effeet . — புறணி விளைவு
Slab — பட்டகம்
slag — கசடு
Slide wire — நழுவு கம்பி
Slotting machine — துளையிடு கருவி
Slip — நழுவல்
Slip ring — நழுவல் வளையம்
Sludge — சேறு
Soft iron — மென்னிரும்பு
Solenoid — வரிச்சுருள்
Solid angle — திண்மக் கோணம்
Soldering — உருக்கிணைப்பு
Solute — கரைபொருள்
Sodium vapour lamp — சோடிய ஆவி விளக்கு
Span — இடைநீளம்
Spark — பொறி
Spark gap — பொறி இடைவெளி
Specific conductivity — தற்கடத்து திறன்
Specific gravity — ஒப்படர்த்தி
Specific resistance — தன் தடை எண்
Spherically symmetrical — கோளச் சீர்
Spherical shell — கோள ஓடு
Speed control — வேகக் கட்டுப்பாடு
Split pole generator — பிளவு முனை மின்னாக்கி
Spring — சுருள் வில்
Squirrel cage rotor — அணிற் கூட்டுச் சுழலி
Stabiliser — நிலைப்படுத்தி
Stage — படி நிலை
Stainless iron — கறைபிடிக்கா இரும்பு
Standard — படித் திட்டம்
Star — முக்கிளை
Starter — தொடக்கி
Starting torque — தொடக்கத் திருக்கம்
Stator — நிலையி
Store energy — தேக்கிய ஆற்றல்
Storage battery — தேக்க மின்கல அடுக்கு
Stroboscope — சார்பு சுழல்காட்டி
Submain — துணைத் தலை
Sub standard — இரண்டாந்தரப் படித் திட்டம்
Sub station — துணை நிலையம்

Suppressor — அடக்கி
Surge absorber — பேரலை உறிஞ்சி
Surge diverter — பேரலை வழிதிருப்பி
Susceptance — எடுப்பு
Susceptor — எடுப்பி
Suspension insulator — தொங்கு மின்காப்பி
Swill — அலம்பு
swinging — ஊசலாட்டம்
Switches — இணைப்பிகள்
Switch board — இணைப்பிப் பலகை
Symbol — குறியீடு
Synchronous — ஒத்தியங்கு
Synchronising — ஒத்தியக்கல்
Synchronoscope — ஒத்தியங்கு அளவி
Synchronous motor — ஒத்தியங்கு மோட்டர்

T

Tacho generator — சுழல் மின்னாக்கி
Tangent — தொடுகோடு
Tape — நாடா
Taps — மடைகள்
Tapping — மடுத்தல்
Tap changing — மடை மாற்றல்
Telegraph — தொலைவரை
Telephone — தொலைபேசி
Telescope — தொலைநோக்கி
Telemetering equipment — தொலையளவுக் கருவிகள்
Teleprinter — தொலைத் தட்டச்சு
Television — தொலைக் காட்சி
Tele transmitters — தொலை செலுத்தி
Tempering — முறுக்கேற்றல்
Tension — இழுவை, இழு
Tensile stength — இழு வலிமை
Terminal — ஈறு
Tertiary winding — மூன்றும் சுருணை
Textile mill — நெசவு ஆலை
Theory — கொள்கை
Thermal capacity — வெப்ப ஏற்புத் திறன்
Thermal conductivity — வெப்பக் கடத்து திறன்

Thermal diffusion	வெப்பப் பரவல் முறை
Thermistor	வெப்பத் தடையம்
Thermostats	சூடு நிலைப்பிகள்
Thermo chemical	வெப்ப வேதியியல்
Thermo couple	வெப்ப இரட்டை
Thermo electric current	வெப்ப மின்னோட்டம்
Throwing power	வீச்சு திறன்
Thyratron	தைரட்ரான்
Time constant	கால மாறிலி
Timer	காலங்காட்டி
Time delay circuit	காலம் தாழ்த்தும் சுற்றதர்
Time lag switch	காலப் பிந்தும் இணைப்பி
Time lag relay	காலப் பிந்து உணர்த்தி
Time interval meter	கால இடைவெளி அளவு
Tonne	டன்(னி)*
Torque	திருக்கம்
Track	தண்டவாளப் பாதை
Trailer	இழுவை
Train	இரயில் வண்டி
Transformer	மின்மாற்றி
Transistors	திரி தடையங்கள்
Transmission	செலுத்தம்
Transmitter	பரப்பி
Transverse motion	குறுக்கு இயக்கம்
Travelling waves	பயண அலைகள்
Transformer	மின் மாற்றி
Auto type	ஒற்றைச்சுற்று வகை
Berry type	பெர்ரி வகை
Shell type	கூட்டு வகை
Core type	உள்ளக வகை
Single phase	ஒருந்தி, ஒற்றைநிலை
Step down	தாழ்வடுக்கு
Step up	உயர்வடுக்கு
Three phase	மூவுந்து அல்லது முந்நிலை

* டன்(னி) என்னும் சொல் 'மெட்ரிக் டன்'னைக் குறிக்கும். டன்னி என்று உச்சரிப்பதற்குப் பதிலாக 'டன்' என்று உச்சரிக்க வேண்டி 'னி' என்னும் எழுத்துக்கு அடைப்புக் குறி இடப்பட்டுள்ளது.

Transition — மாறுநிலை.
Trigger — விசை வில்
Triode — மும்முனைக் குழாய்
Trips — திறப்புகள்
Tripping — திறத்தல்
Trolley wire — மின்னூர்திக் கம்பி
Trunk type — அடிவகை
Turbulence — கொந்தளிப்பு
Tubes of force — விசைக் கற்றை
Twisting couple — முறுக்கு இரட்டை
Typical — உரு மாதிரி
Typical element — அடையாளத் தனிமம்
Tyres — உருளிப்பட்டைகள்

U

Unbalanced three phase circuit — சமனிலா மூவுந்திச் சுற்றதர்
Under ground cable — நிலத்தடி வடம்
Unit area — அலகு பரப்பு
Universal constant — பொது மாறிலி
Universal shunt — பொது இணைதடம்
Unsaturated vapour — தெவிட்டா ஆவி

V

Vacuum tube — வெற்றிடக் குழாய்
Valency — இணைதிறன்
Vane — தட்டு
Vaporization — ஆவியாக்கம்
Vector — நெறியம்
Velocity — திசைவேகம்
Ventillation — காற்றோட்டம்
Ventillator — காலதர்
Ventillating ducts — காற்றோட்டப் புழைகள்
Vertical component — செங்குத்துக் கூறு
Vertical plane — செங்குத்துத் தடை
Vibration — அதிர்வு
Video — கண்ணுறு
Virtual image — மாயப் பிம்பம்
Vulcanised India rubber cable — பதப்படுத்திய இந்திய இழுவை வடம்

Viscosity	—	பாகுநிலை
Viscous force	—	பாகுநிலை விசை
Volatile	—	எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய
Voltage	—	மின்னழுத்தம்
Voltage dip	—	மின்னழுத்தச் சரிவு
Voltage drop	—	மின்னழுத்த வீழ்ச்சி
Volt meter	—	மின்னழுத்த அளவி
Induction	—	தூண்டல்
Moving coil	—	இயங்கு சுருள்
Vacuum	—	வெற்றிடம்
Voltage control	—	மின்னழுத்தக் கட்டுபாடு
Voltage regulation	—	மின்னழுத்த ஒழுங்குபாடு
Vortex	—	நீர்மச்சுழலி
Vulcanisation	—	வன்கந்தமாக்கல்

W

Wall plug	—	சுவர்முளை
Watt	—	வாட்
Watt meter	—	திறனளவி
Wave	—	அலை
Wave form	—	அலை வடிவம்
Wave front	—	அலை முகப்பு
Wave length	—	அலை நீளம்
Wave number	—	அலை எண்
Wax polishing	—	மெழுகு மெருகூட்டல்
Water proof	—	நீர்க்காப்பு
Weather proof	—	காற்று, மழைவெப்பக்காப்பீடு
Weight	—	எடை
Welding	—	பற்றவைப்பு
Arc	—	வில்
Butt	—	ஒரு மட்ட
Carbon arc	—	கரி வில்
Flash	—	சுடர் தெறி
Gas	—	வளிம
Metallic arc	—	உலோக வில்
Percussion	—	மோதலதிர்ச்சி
Press	—	அழுத்துப்
Projection	—	பிதுக்குப்
Seam	—	விளிம்பு(மடிப்பு)
Spot	—	புள்ளி
Strip	—	பத்தை
Submerged	—	மூழ்கிய வில்
Upset	—	கவிழ்படி
Transformer	—	மின்மாற்றி
High frequency	—	மிகை அதிர்வெண்

Wet battery	—	பசை மின்கலம்
Wharfage	—	நங்கூரத் தளம்
Wien's displacement	—	வியன் பெயர்ச்சி
Winches	—	தூக்கு இறக்கு பொறிகள்
Winding	—	சுருணை
Wire	—	கம்பி
Wire guage	—	கம்பி மதிப்பீடு
Wiring	—	கம்பியிடல்
Work piece	—	வேலைமானத் துணுக்கு
Work shop	—	பணிமனை
Working stress	—	செய் தகைவு
Wound rotor	—	கம்பி சுற்றுச் சுழலி
Wrench	—	சுழற்றுப் பிடி

X

X-axis	—	எக்ஸ் (X) அச்சு
Xenon	—	எச்சினன் (மந்தவாயு)
X-Rays	—	எக்ஸ் கதிர்கள்
X-Ray spectrum	—	எக்ஸ் கதிர் நிறமாலை

Y

Y-axis	—	Y-அச்சு
Yard	—	முற்றம்
Yarn	—	நூல்
Yeast	—	கொதிப்பு
Yellow spot	—	மஞ்சட் புள்ளி
Yield load	—	நெகிழ்வுச் சுமை
Yoke	—	இணைப்புச் சட்டம்
Young's modulus of elasticity	—	யங் மீட்சிமை எண்

Z

Zenith	—	உச்சம்
Zero	—	சுழி
Zero error	—	தொடக்கப் பிழை
Zero phase sequence	—	சுழி உந்து வரிசை
Zero point energy	—	சுழிநிலை ஆற்றல்
Zero power factor	—	சுழிதிறன் காரணி
Zinc	—	துத்தநாகம்
Zone	—	மண்டலம்